

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: IMPLANTACIÓN DE LEAN MANUFACTURING
EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL HTP A380

Autora: Cristina ESPIGARES ROSA

Fecha: Febrero 2009





RESUMEN

“Implantación de Lean Manufacturing en el Proceso de Fabricación del HTP A380”

El presente proyecto tiene como objetivo aumentar la productividad del proceso de producción del HTP A380 (estabilizador horizontal del avión Airbus A380), mejorando la calidad del producto, disminuyendo costes y eliminando desperdicios del proceso (actividades que no añaden valor al producto). Todo ello se consigue con la implantación de una forma de trabajo, Lean Manufacturing. Con esta filosofía de origen japonés, se consiguen los objetivos propuestos con anterioridad, además de otros muchos, como por ejemplo la implicación de toda la plantilla a la nueva forma de trabajo, la implantación del pensamiento de mejora continua del proceso de producción ó la importancia de la planificación y estudio en todos los ámbitos de dicho proceso. De acuerdo con esta breve introducción se exponen a continuación el contenido básico del presente proyecto.

- El presente proyecto comienza con el objeto y la justificación del mismo.
- A continuación se presenta la empresa donde se ha realizado el desarrollo del proyecto, Airbus España. Concretamente en la planta que se ubica en Puerto Real.
- Consecuentemente se describe el proceso de producción del HTP A380 de dicha factoría.
- Posteriormente se redacta la situación actual del proceso de producción y los objetivos que se quieren llegar a alcanzar y los que se han alcanzado con la implantación de Lean Manufacturing. Esto se expone con un mapa visual del proceso, Value Stream Mapping (VSM). El cual significa Mapa de Flujo de Valor ó Cadena de Valor que ayuda a identificar los puntos donde se aporta valor al producto y en los que no, además de que sirve como resumen de objetivos y conclusiones del proceso productivo.
- Seguidamente se explica el concepto de Lean Manufacturing, así como los beneficios de su utilización.
- Asimismo se sigue con la exposición de todas las herramientas Lean que se implantan en dicho proceso de producción y que han originado la mejora y, por tanto, el objetivo del presente proyecto. Aquí se explica el estudio y análisis que se realiza con la filosofía Lean en el proceso de producción del HTP A380

y de cómo se identifican y estudian los desperdicios. En este apartado, además de introducir herramientas de identificación de desperdicios y organización de la planificación en el proceso, se incluye herramientas de calidad, de análisis de riesgos y de mejora continua. Las herramientas de calidad implantadas por Lean proporcionan que la calidad del producto, no solo no disminuya con esta filosofía de trabajo, sino que aumente con el mínimo coste. En cuanto al análisis de riesgos, es introducido debido a que Lean Manufacturing también estudia los riesgos que puedan ocurrir, ya que pueden generar pérdidas de tiempo, de dinero y, por tanto, insatisfacción del Cliente respecto a tiempos de entregas y desconfianza en la calidad del producto, en este caso del HTP A380. Además de todo ello, Lean Manufacturing da una importancia a la mejora continua del proceso, no sólo para alcanzar objetivos prefijados, sino para ir estudiando, analizando y mejorando el proceso de fabricación siempre. En este aspecto, Lean concierne el aspecto psicológico del personal, de modo que implanta cursos y academias Lean para el entendimiento de la filosofía y el sentimiento de implicación de todos los departamentos de la empresa, incluidos los operarios de producción. Los cuales son lo que conocen mejor el proceso, y los que pueden aportar más ideas de mejoras para facilitar las operaciones o tareas. Con la intención de dejar en el pasado el enfoque tradicional de trabajo y el pensamiento de “está bien porque siempre se ha hecho así”.

- Una vez estudiados los desperdicios, se procede al estudio de las mejoras. Éstas son expuestas en el presente proyecto, y con ellas la evolución que siguen en el proceso de producción. Igualmente se muestran las consecuencias positivas de las mejoras ya implementadas.
- Consecutivamente se realiza un estudio de la viabilidad del proyecto, el cual se divide en 3 tipos de viabilidad: técnica, legal y económica. De manera que se toman las conclusiones de todo lo anteriormente estudiado y desarrollado.
- Se adiciona un apartado de la seguridad, higiene y medio ambiente del proceso de producción, donde se muestran los planes de emergencias de la planta, la señalización en el proceso de producción (una de las herramientas implementadas por Lean en dicho proceso), así como otras muchas que redactan la importancia de este apartado. Al tratar con un proceso de producción tan complejo se ha decidido hacer una sección especial a este contenido.
- Por último, y no menos importante, se ha representado la bibliografía y un glosario de términos. Éste último expone conceptos explicados a lo largo de

proyecto que no son comunes y muchos de ellos son de origen japonés, es por ello que se ha insertado este glosario de términos generales sobre Lean Manufacturing.

- Con referencia al anexo del proyecto. Se ha introducido en él información adicional, sobre todo del proceso de producción, que es donde más se ha resumido en el desarrollo del proyecto. También se presentan ejemplos reales de documentos Lean en el proceso de fabricación del HTP A380, así como algunas figuras concretas que se han adjuntado en el anexo debido a su extensión. Además de ello, se muestra cálculos de las mejoras analizadas e implementadas, anteriormente estudiadas y examinadas.

Con todo este desarrollo se ha pretendido mostrar la filosofía de trabajo Lean en un proceso de producción real de grandes magnitudes. Así como su implantación y seguimiento, de manera que se confirma la mejora del producto, del proceso, del personal y, por tanto, el aumento de satisfacción del Cliente en cuestión de entrega, calidad y coste del producto, que conlleva un aumento de competencia de la empresa en el mercado.

ÍNDICE

ÍNDICE	1
OBJETO Y JUSTIFICACIÓN	5
ANTECEDENTES	6
1. PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL HTP A380	23
2. PLANIFICACIÓN – VSM, VALUE STREAM MAPPING	46
3. LEAN MANUFACTURING EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL HTP A380 – CONCEPTO Y APLICACIÓN	59
4. LEAN MANUFACTURING EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL HTP A380 (ALPS) – HERRAMIENTAS OSP (OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN)	74
5. MEJORAS ANALIZADAS E IMPLEMENTADAS	173
6. VIABILIDAD DEL PROYECTO	182
7. SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE	187
8. BIBLIOGRAFÍA	209
9. GLOSARIO DE TÉRMINOS	213
10. ANEXOS	217

ÍNDICE

ÍNDICE	1
OBJETO Y JUSTIFICACIÓN	5
ANTECEDENTES	6
○ FACTORIA DE PUERTO REAL.....	8
○ UBICACIÓN DE LA PLANTA DE PUERTO REAL	10
○ DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE PUERTO REAL.....	11
○ AIRBUS A380.....	15
○ HTP A380	19
1. PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL HTP A380	23
1.1. Fase I	28
1.1.1. Operaciones	28
1.2. Fase II	30
1.2.1. Operaciones	32
1.3. Fase III	34
1.3.1. Operaciones	35
1.4. Fase IV	39
1.4.1. Operaciones	40
1.5. Fase V	41
1.5.1. Operaciones	41
1.6. Fase VI	42
1.7. Fase VII.....	43
1.7.1. Operaciones	43
2. PLANIFICACIÓN – VSM, VALUE STREAM MAPPING	46
2.1. VSM en el Proceso de Producción del HTP A380 – Planificación y Objetivo	53
3. LEAN MANUFACTURING EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL HTP A380 – CONCEPTO Y APLICACIÓN	59
3.1. Lean Manufacturing	60
3.2. Mejora Continua – Kaizen y PDCA.....	63
3.3. Templo Lean	66
3.4. ¿Por qué Lean Manufacturing?	69
3.5. Beneficios de la Utilización de Lean Manufacturing	71

4. LEAN MANUFACTURING EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL HTP A380 (ALPS) – HERRAMIENTAS OSP (OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN)	74
4.1. ALPS – Airbus Lean Production System	74
4.2. Proceso de Implantación de Lean	78
4.2.1. Seguimiento Semanal de Implantación de Lean por ALPS	81
4.3. OSP – Optimización del Sistema de Producción del HTP A380	84
4.4. Los 7 Desperdicios	87
4.4.1. Transporte Innecesario	89
4.4.2. Inventario	90
4.4.3. Movimientos Innecesarios	91
4.4.4. Espera	92
4.4.5. Sobreproducción	93
4.4.6. Sobre-procesos	94
4.4.7. Inutilidades, Re-trabajos y Defectos – Non-Right First Time	95
4.5. Las 5 C’s	96
4.5.1. Clearout & Clasify – Clasificación y Descarte – Seiri	97
4.5.2. Configure – Orden – Seiton	98
4.5.3. Clean and Check – Limpieza – Seiso	100
4.5.4. Conformity – Estandarización – Seiketsuso	101
4.5.5. Custom & Practise – Sostenimiento (Hábito) – Shitsuki	102
4.6. Las KC’s y CTQ – Las Características Claves y Críticas Hacia los Estándares de la Calidad	103
4.6.1. CTQ – Critical to Quality - <i>Críticas hacia los Estándares de la Calidad</i>	103
4.6.1.1. Costes de Mala Calidad	104
4.6.2. Las KC’s – Key Characteristics – <i>Características Claves</i>	106
4.7. QFD – Quality First Deployment – <i>Despliegue de Funciones de Calidad</i>	110
4.7.1. FTQ – First Time Quality – Calidad a la Primera	112
4.8. J.I.T. y Kanban	115
4.9. SMED y FMEA	118
4.10. Poka Yoke y Andon	124
4.11. TPM – Total Productive Maintenance – <i>Mantenimiento Productivo Total</i>	129
4.12. TIP – Tactical Implementation Plan – <i>Plan de Aplicación de Tácticas</i>	131
4.13. 5 Box Report	133

4.14. Paneles SQCDP – Safety, Quality, Cost, Delivery and People	134
4.15. SOL's – Standars Operations Instructions	148
4.16. Lead Time y Takt Time	153
4.16.1. Diagramas Espaguetti y Análisis de Pareto	154
4.17. Implantación del Flujo Continuo.....	166
5. MEJORAS ANALIZADAS E IMPLEMENTADAS	173
6. VIABILIDAD DEL PROYECTO	182
6.1. Viabilidad Técnica.....	182
6.1.1. Objeto del Proyecto Fin de Carrera	182
6.1.2. Importancia del Cambio Lean	182
6.1.3. Rentabilidad Técnica de la Implantación de Lean	184
6.2. Viabilidad Legal.....	185
6.3. Viabilidad Económica.....	185
7. SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE	187
7.1. Seguridad e Higiene	187
7.1.1. Plan de Emergencia y Autoprotección	187
7.1.2. Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo	197
7.1.3. Protección de Sistemas en HTP	199
7.1.3.1. Protección del HTP y del Avión frente a la Energía Eléctrica y Estática.....	204
7.1.3.2. Pruebas Realizadas al HTP por cada modelo	206
7.2. Medio Ambiente	206
8. BIBLIOGRAFÍA.....	209
9. GLOSARIO DE TÉRMINOS	213
10. ANEXOS	217
10.1. FAL de Toulouse.....	217
10.2. Proveedores y Clientes del Airbus A380	220
10.3. Belly Fairing	222
10.4. Operaciones de las Distintas Fases del Proceso de Fabricación del HTP A380	224
10.5. Pruebas de la Fase V	243
10.6. Memoria de Control y FTI – Flight Test Installation	245
10.7. Skydrol y Shellsol D-100.....	246
10.8. Cálculos de las Mejoras Analizadas e Implementadas	250
10.9. Ejemplos Reales de los Paneles SQCDP	254
10.10. Figuras del Presente Proyecto	275

OBJETO Y JUSTIFICACIÓN

El Objetivo del presente Proyecto es el enfoque de la implantación de Lean Manufacturing en el proceso de Producción del HTP A380, para ello se ha trabajado en el grupo OSP (Optimización del Sistema de Producción) y se han mostrado las múltiples herramientas utilizadas de Lean en dicho proceso de producción. Consecuentemente con Lean se consigue optimizar el proceso, detectando desperdicios y, por lo tanto, mejoras a implementar. Con estas mejoras en el proceso se consigue mayor eficacia, disminución de tiempos y costes, sin reducir la calidad del producto final (HTP A380).

De modo que con los mismos días laborables y el mismo personal, con Lean se reduce el tiempo de ciclo del proceso enormemente y aumenta la producción en casi el doble. Todo ello con una inversión de 1,5 millones de euros que son amortizados en dos años, y que a partir de ese momento se producirá un ahorro de 30.000 € por estabilizador fabricado.

Destacar que se ha partido del proceso de producción de, hasta hoy, el avión de pasajeros (*comercial*) más grande, lujoso y económico del mundo, el Airbus A380. Se ha diseñado el presente Proyecto de manera actual, desarrollando la implantación de la Filosofía Lean en el entorno presente y futuro, manifestando las mejoras, ventajas, inconvenientes y el día a día en una empresa internacional de la talla de Airbus España, S.A.

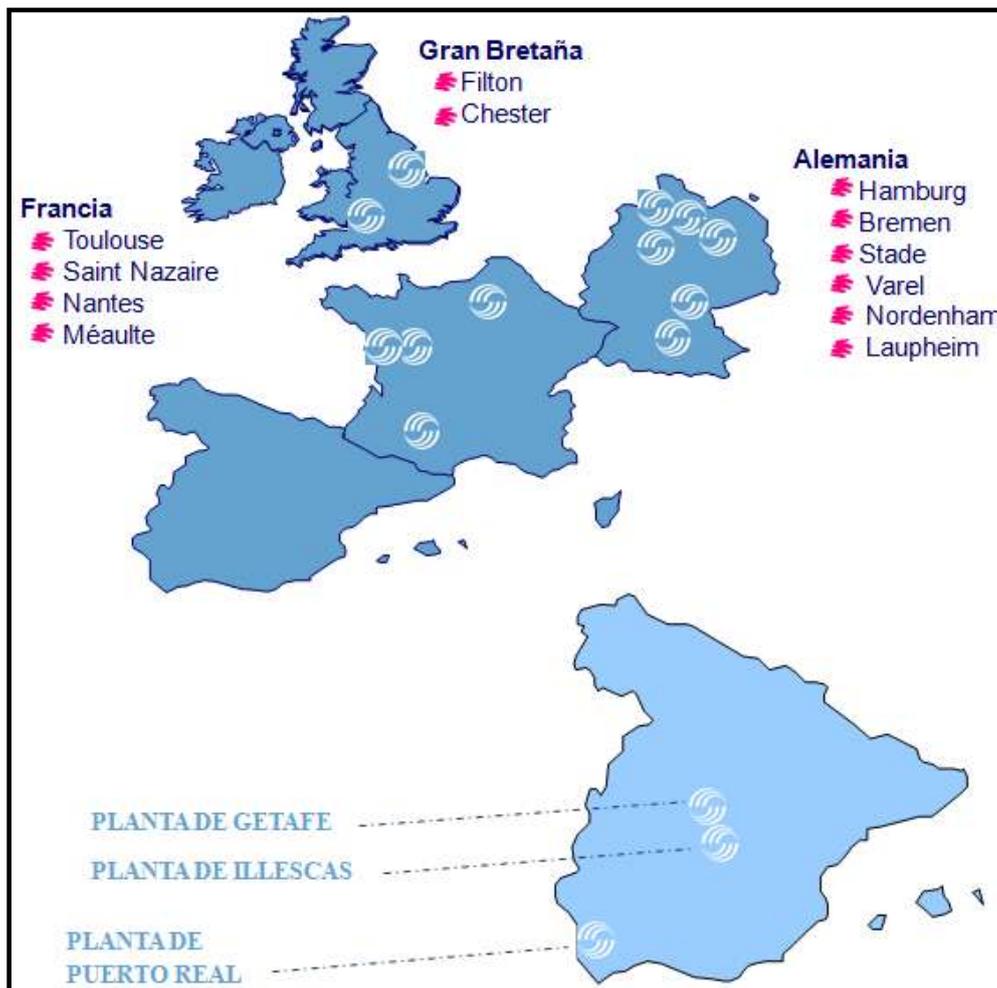
En definitiva, la meta es la adecuación del proceso de montaje del HTP A380 a los requerimientos del Cliente en Calidad, Entregas y Coste, mediante la Optimización del Sistema de Producción.

“La calidad es un viaje, no un destino”

ANTECEDENTES

Airbus España SL, Airbus France SA, Airbus UK y Airbus Deutschland GmbH, integran la compañía Airbus SAS (Société par Actions Simplifiée; *Corporación Simplificada*), cuyo accionariado lo forman EADS (European Aeronautic Defense and Space Company), con una participación del 80%, y BAE Systems, con el 20%. Airbus emplea actualmente a más de 43.000 empleados en todo el mundo y desde su creación a finales de 1970 como GIE (Grupo de Interés Económico) ha construido y entregado más de 3100 aviones y vendido más de 4.600.

Hoy, Airbus España es responsable del diseño, desarrollo y fabricación de componentes estructurales para todos los modelos de aviones Airbus y da empleo a más de 2700 personas. Sus instalaciones están en plena expansión para responder al éxito de ventas de los aviones Airbus y al reto del A380, que es el avión de pasajeros más grande jamás construido.



Situación de todos los centros de Airbus distribuidos por Europa

Los productos que fabrica Airbus, se resumen en los siguientes aviones: A318, A319, A320, A321, A310, A300-600, A300-600F, A330-200, A330-300, A340-300, A340-500, A340-600, A380-800 y A380-800F.



Gama de Productos de Airbus

El presente proyecto estará centrado en el avión A380, más concretamente en el estabilizador (HTP) de este avión, el cual se produce en la factoría Airbus Puerto Real. La personificación de la implantación de Lean Manufacturing como forma de trabajo y de filosofía en este proceso de producción es la meta de este presente proyecto.

Factoría Puerto Real

De las tres factorías con las que cuenta Airbus en España, es Puerto Real (Cádiz) la que se encarga de terminar el estabilizador del A380. Las tres factorías con las que cuenta están ubicadas en: Illescas (Toledo), Puerto Real (Cádiz) y Getafe (Madrid), es ésta última donde se concentra mayor volumen de trabajo del superjumbo.



En Cádiz se unen los dos cajones (parte derecha e izquierda del estabilizador, más adelante concretaremos) del HTP A380, se termina el estabilizador y la pieza final se traslada en barco a la central de la compañía, en Toulouse (Francia). Se termina en Puerto Real, ya que la planta gaditana es la única que cuenta con una zona portuaria.

Los productos producidos por la planta de Puerto Real, son:

A300 / A310

- Puertas delanteras de pasajeros.
- Trampa principal en el tren de aterrizaje
- Timones de altura del Estabilizador Horizontal.

A318 / A319 / A320 / A321

- Timones de altura del Estabilizador horizontal
- Cajones laterales del Estabilizador horizontal.
- Sección 18 del fuselaje.

A330 / A340

- Bordos de ataque.
- Cajón central del Estabilizador horizontal.
- Timones de altura del Estabilizador Horizontal.
- Puertas de pasajeros.
- Cajones Laterales.
- Carena Karman.

A340-500 / 600

- Timones de altura del Estabilizador Horizontal.
- Puertas de pasajeros.

A380

- Montaje Final (Estabilizador Horizontal).
- Pruebas de Combustible (Estabilizador Horizontal).
- Montaje Timón Dirección (Deriva). Este timón es enviado a Alemania, no a Toulouse, ya que desde Alemania montan todo el cuerpo y luego lo envían a la FAL.
- Montaje Timón Altura (Estabilizador Horizontal).
- Montaje Sección Belly Fairing. (*explicación mas detallada en el Anexo del presente proyecto*).
- Envío por Barco (Estabilizador Horizontal y Belly Fairing)



Partes fabricadas por Airbus España del A380

Además de las plantas instaladas en España, Airbus cuenta con factorías por todo el mundo. Concretamente en la fabricación y montaje del avión A380, la planta de Puerto Real tiene contactos directos con las factorías de Getafe, Saint Nazaire (Francia) y Toulouse (Francia). Puerto Real se encarga (en el avión A380) de realizar el HTP y parte del fuselaje inferior (de carga) del avión. Los cajones del estabilizador le llegan de Getafe, mientras que Puerto Real envía el mismo (al finalizarlo) directamente a

Toulouse donde se monta todo el avión por completo. Con respecto al fuselaje inferior, la parte delantera y trasera del mismo, se envía a Saint Nazaire para que se añada al fuselaje central del avión, para luego Saint Nazaire enviarlo a Toulouse. Todas estas operaciones de envío están totalmente coordinadas y no son las únicas, puesto que ocurre lo mismo en otras partes del avión como por ejemplo en el estabilizador deriva del avión que procede de Airbus Alemania.

Ubicación de la Planta de Puerto Real

La planta está ubicada en el Polígono Industrial cerca de El Trocadero, en Puerto Real (Cádiz), en la parcela indicada en la figura siguiente. La planta consta de una superficie total de 63 384 m², de la que 21 886 m² es terreno construible. Actualmente trabajan alrededor de 500 empleados distribuidos por 3 Naves interconectadas entre sí.



Airbus España S.L.
Planta de Puerto Real
Polígono Industrial de Trocadero
11510 Puerto Real - Cádiz.
Telf: +34 956 470 500

La planta está situada a 35 kilómetros del aeropuerto internacional de Jerez de la Frontera, y con acceso directo a transporte aéreo, ferroviario, marítimo y por carretera. Esto facilita enormemente el intercambio de materiales, ya sea por pedidos ó por envíos.

La Factoría de Puerto Real es Centro de Excelencia en Montajes Automatizados. La planta está especializada en montajes estructurales de superficies sustentadoras y otros componentes estructurales. Cabe destacar las células flexibles de montaje de superficies móviles (timones de altura y dirección). Además de la plantilla de 500 empleados, aproximadamente el 94 % están dedicados a la Producción in situ, mientras que el 6.4 % está dedicado a Servicios.

La Planta de Puerto Real ha sido objeto de importantes transformaciones para adaptarse a los retos que plantean los nuevos programas y muy especialmente el A380, en el que la planta jugará un papel muy relevante.

Distribución de la Planta de Puerto Real

La planta de Puerto Real está distribuida en 3 naves (ver figura 1 y 2). La figura 3 corresponde a la Nave 3, de la Factoría de Puerto Real, es decir, muestra las distintas estaciones / fases que compone el proceso de producción del HTP A380 (*además de zona de la belly fairing del A380 que no está representada en las figuras*). El montaje del HTP se logra a través de siete pasos principales, que representan las fases en las que está dividido el proceso de producción del mismo.

Como se muestra en las figuras a partir de la fase II, el desplazamiento de una fase a otra se realiza de todo el conjunto del estabilizador. Este traslado se realiza mediante un puente grúa. Hay dos puentes grúas ubicados en la nave 3, uno para que se encargue de la zona que embarga las fases I-V y otro de la VI a la VII (*además que también sirve para el traslado de elementos en la belly fairing*). Aunque hay que destacar que de la fase V a la VI, como hay un cambio de dirección, no se puede usar el puente grúa. Por ello se hace uso de un carro-mesa que soporte miles de toneladas y que es controlado por control remoto.

Figura 1. Vista de la Planta de Airbus Puerto Real



Figura 2. Vista de la Planta de Airbus Puerto Real

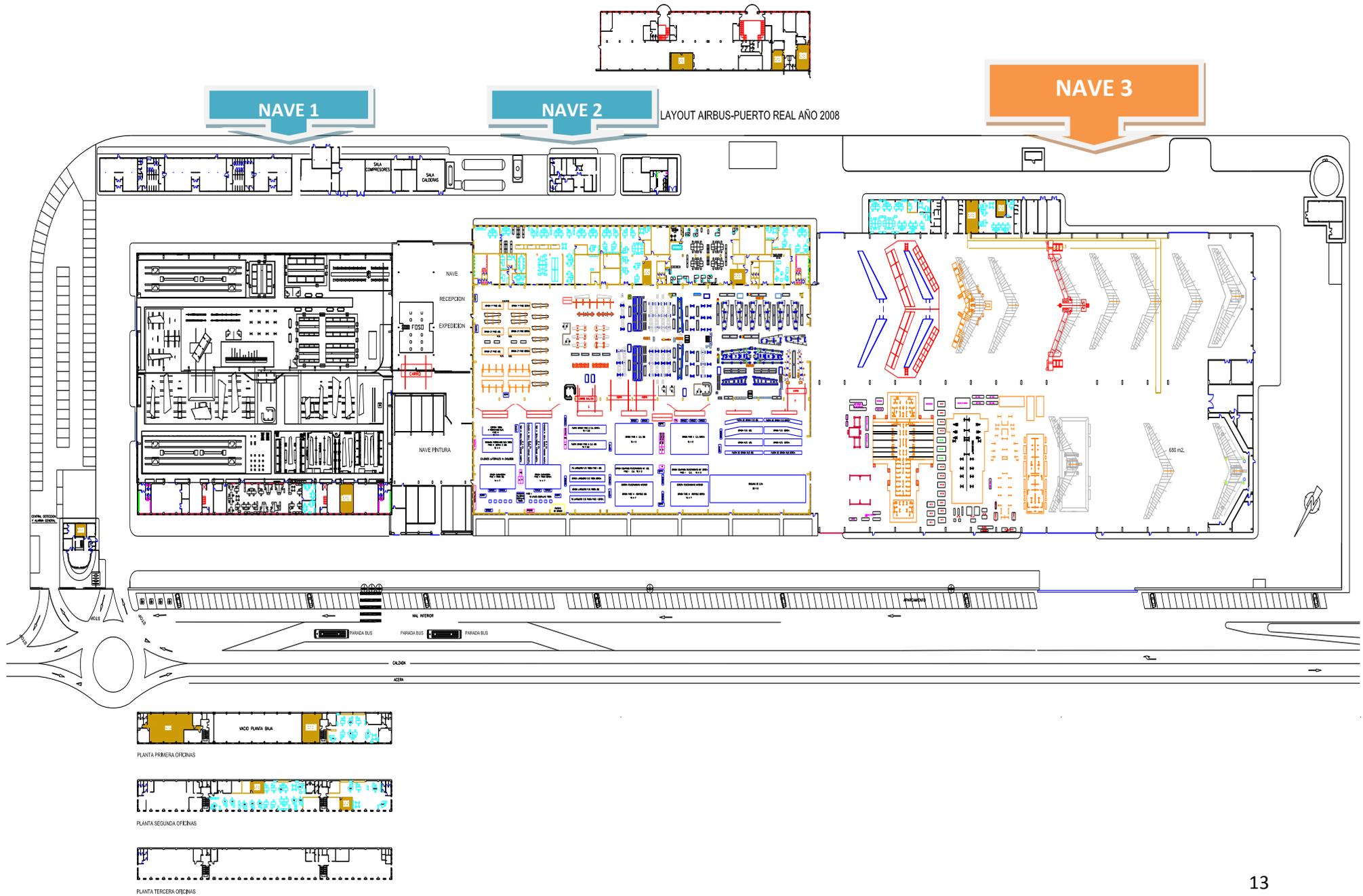
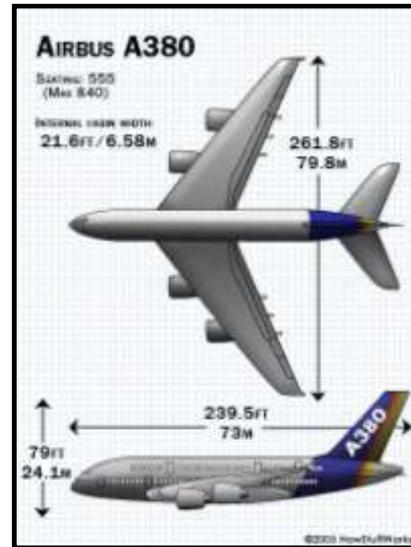


Figura 3. Vista de la Nave 3 de la Planta de Airbus Puerto Real



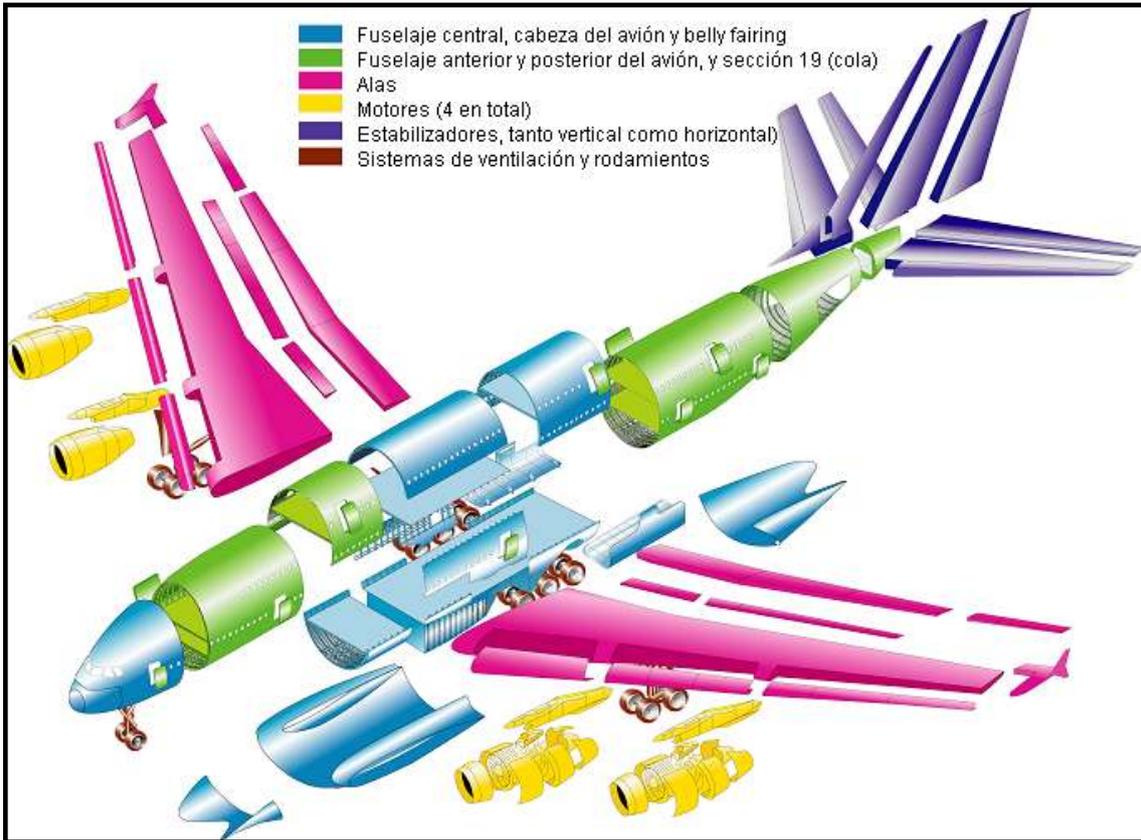
Airbus A380

Airbus A380 es el avión que representa Innovación y Tecnología de futuro. Además de ser el avión civil más espacioso jamás construido (con más de 500 pasajeros, 73 metros de largo, 79,8 metros de ancho y 24,1 metros de altura, además de instalaciones con el mayor lujo posible), está constituido por la más avanzada tecnología de futuro de forma eficiente y económica. Con todo ello representa el punto de referencia en la evolución de la tecnología en la producción de los aviones comerciales. Hoy día hay 9 A380 entregados y en funcionamiento y existe un total de 192 órdenes de pedidos y en fabricación.



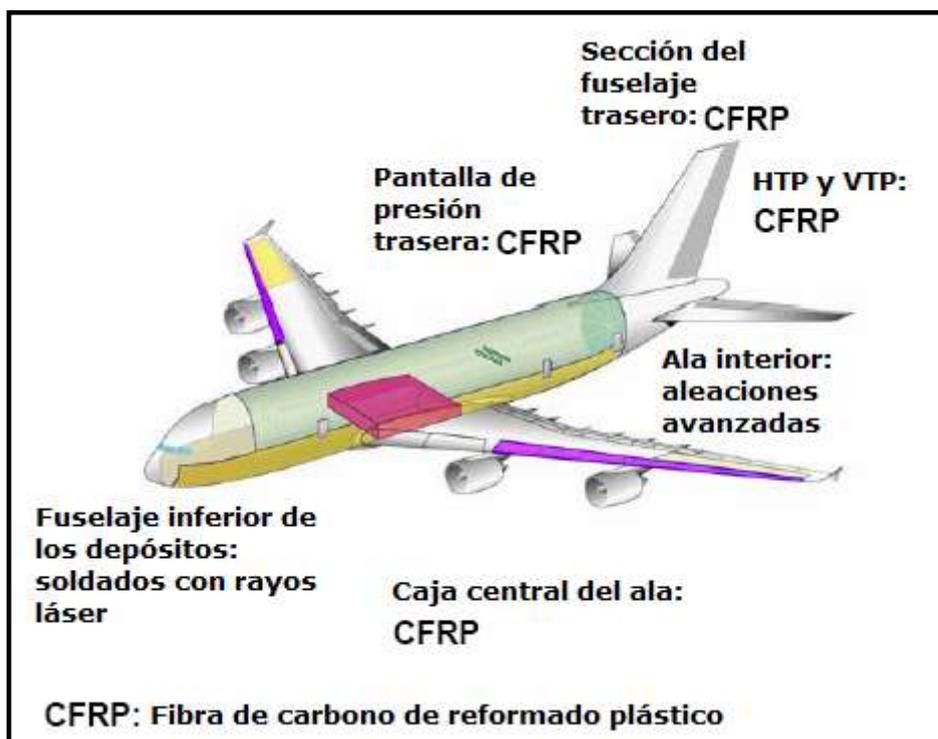
Dimensiones del A380

Airbus garantiza la mejora de los aviones, la seguridad, el rendimiento, la reducción de gastos de funcionamiento, más ecológico, fácil manejo y mayor comodidad. La adaptabilidad de estas innovaciones ha tenido lugar después de lograr una amplia consulta y aprobación de las principales líneas aéreas y el posterior programa de desarrollo. Cada novedad ha sido estudiada a los efectos de la vida útil de la aeronave y es elegida por su demostrada madurez y multitud de ventajas a largo plazo. Airbus A380 ofrece un nuevo diseño manteniendo los beneficios operativos de todos los Airbus.



Partes principales del avión A380

Los materiales de la estructura y los sistemas del A380 se pueden resumir en las figuras siguientes. Gran parte del avión está fabricado por fibra de carbono, mientras que en la parte de los sistemas, el A380 cuenta con dos circuitos hidráulicos, 2 redes eléctricas y actuadores de control de vuelo electro-hidráulicos.



Componentes Principales de la Estructura del avión A380



Componentes Principales de los Sistemas del avión A380

Hay que destacar la diferencia entre los dos A380 que existen en el mercado actual, son el A380-800 y el A380-800F. Éste último está destinado a ser un avión de carga de mercancías, en cambio el A380-800 es un avión destinado a los viajes de pasajeros. El número de pasajeros que puede abordar un A380 es estimado, ya que dependiendo del Cliente de Airbus, así se colocarán más o menos asientos. De hecho, hay Clientes que prefieren tener más espacios para jacuzzis y temas adicionales de lujo, en cambio otros Clientes, como “China Southern” prefieren equipar todo el avión con asientos para aprovechar al máximo la capacidad con la cantidad de viajeros. En definitiva, se puede afirmar que el Airbus A380 tiene una capacidad media de 850 pasajeros.

La diferencia con otros aviones es colosal, de hecho se ha expuesto en la tabla comparativa de la página siguiente una comparación con los otros productos de Airbus. Tanto en la capacidad como en las dimensiones del avión se muestra que hay una gran diferencia con los otros aviones. Y, como se expone, es el avión más moderno, lujoso y de enormes dimensiones que hasta ahora se ha construido.

Tabla comparativa de los Productos de Airbus

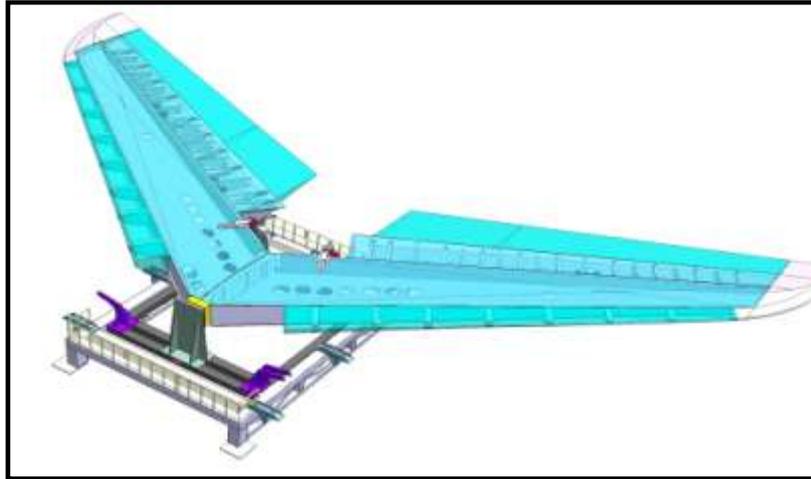
FAMILIA DE AVIONES AIRBUS	A318	A319	A320	A321	A310-300	A300-600	A300-600F	A330-200	A330-300	A340-300	A340-500	A340-600	A380-800
Capacidad de pasajeros o carga (ton)	107	124	150	185	220	266	48.1/54.6	253	295	295	313	380	525
Máxima carga de pasajeros (nº)	132	156	180	220	280	361	---	380	440	440	375	475	853
Número de motores	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
Diámetro de fuselaje en horizontal (m)	3.96	3.96	3.96	3.96	5.64	5.64	5.64	5.64	5.64	5.64	5.64	5.64	7.14
Longitud total (m)	31.44	33.84	37.57	44.51	46.66	54.10	54.10	58.80	63.60	63.60	67.50	75.30	72.70
Envergadura, ancho (m)	34.09	34.09	34.09	34.09	43.90	44.84	44.80	60.30	60.30	60.30	63.50	63.50	79.80
Altura total (m)	12.51	11.76	11.76	11.76	15.80	16.50	16.54	17.40	16.85	16.85	17.10	17.30	24.10
Área del ala (m ²)	122	122	122	122	219	260	260	362	362	362	438	438	846
Máxima altitud de vuelo (km)	12.13	12.13	12.13	12.13	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	13.10

Tabla comparativa de los Productos de Airbus

FAMILIA DE AVIONES AIRBUS	A318	A319	A320	A321	A310-300	A300-600	A300-600F	A330-200	A330-300	A340-300	A340-500	A340-600	A380-800
Peso máximo al despegue (ton)	59.0 68.0	64.0 75.5	73.5 77.0	89.0 93.5	150.0 164.0	171.7	168.0 170.5	230.0 233.0	230.0 233.0	275.0 276.5	372.0 380.0	368.0 380.0	560.0
Peso máximo de aterrizaje (ton)	56.0 57.5	61.0 62.5	64.5 66.0	75.5 77.8	123.0 124.0	140.0	140.0 143.3	180.0 182.0	185.0 187.0	192.0 192.0	243.0 246.0	259.0 265.0	386.0
Cantidad máxima de combustible (x 10³)(L)	23.86 24.24	24.21 30.19	24.21 30.19	23.70 29.68	61.07 75.47	68.15	68.15	139.09	97.53	140.64 147.84	215.26 222.85	195.52	310.00
Fecha de lanzamiento	Abr-99	May-93	Mar-84	Nov-89	Jun-83	Dic-80	Jul-91	Nov-95	Jun-87	Jun-87	Dic-97	Dic-97	Dic-00
Fecha de primer vuelo	Ene-02	Ago-95	Feb-87	May-93	Jul-85	Jul-84	Dic-93	Ago-97	Nov-92	Oct-91	Feb-02	Abr-01	Abr-05
Fecha de primera entrega del avión	Jul-03	Abr-96	Mar-88	Ene-94	Dic-85	Mar-84	Abr-94	Abr-98	Dic-93	Feb-93	Sep-03	Jul-02	Oct-07

HTP A380 (Estabilizador Horizontal del A380)

Horizontal Tail Plane (HTP) significa el Estabilizador Horizontal del Avión, ubicado en la cola del mismo. El presente Proyecto se centrará en el estabilizador del avión A380, es decir el HTP A380. El cual se monta en la factoría de Puerto Real, donde se realizó un estudio concienzudo del desarrollo de este trabajo.

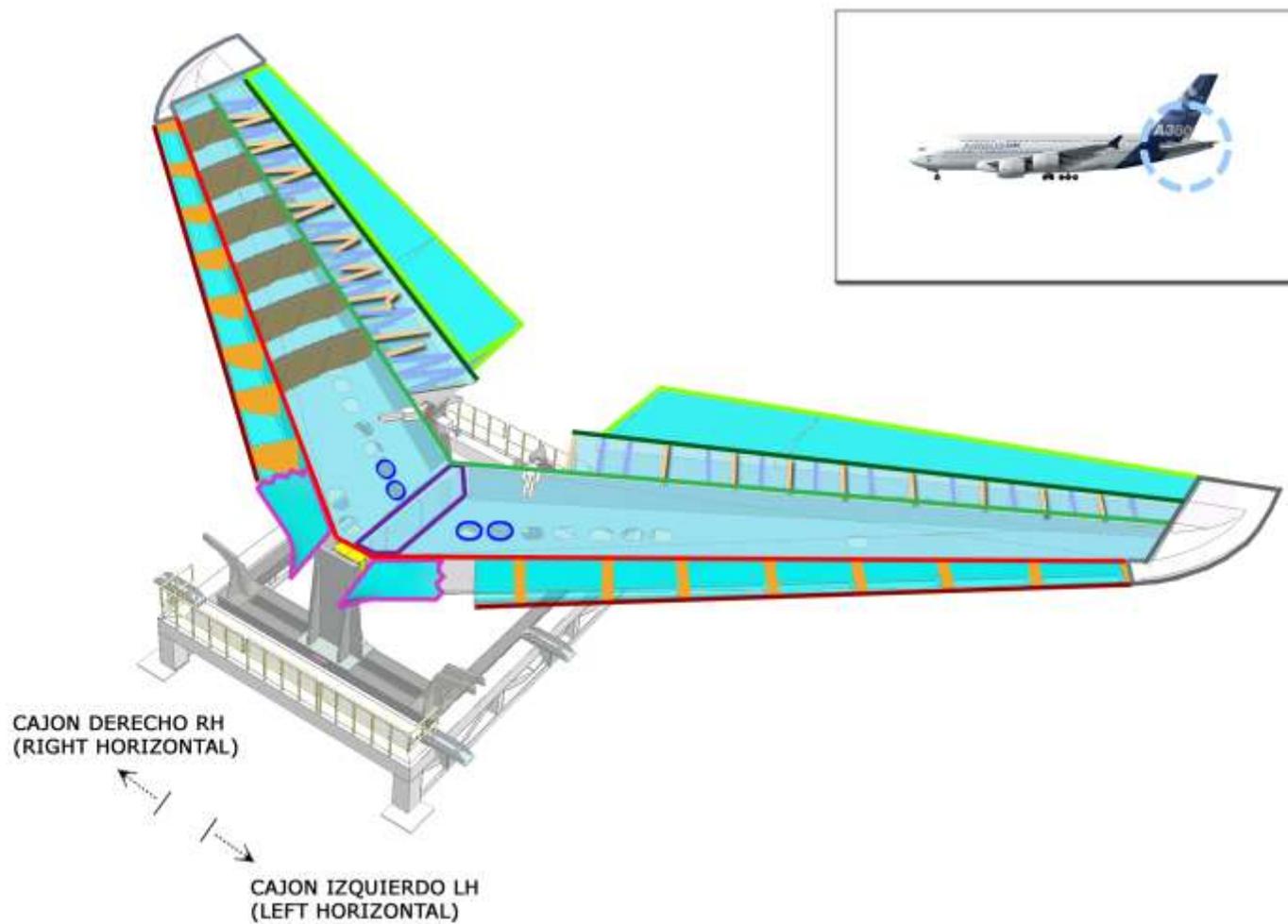


Estabilizador Horizontal del A380

El HTP se encarga, principalmente, de soportar los timones de altura del avión, sin ellos no se podría levantar el avión ni tampoco descender de una forma controlada. Más adelante se descubrirá las demás funciones del HTP y el control de estos timones a través del eje de giro.

El estabilizador está compuesto por multitud de elementos (*ver figura de la página siguiente*), los más significativos están expuestos en el presente proyecto. Está constituido, principalmente por una estructura interna de 13 costillas por cajón lateral, es decir, 26 costillas en total denominadas Rib (*significado inglés de costilla*). Se puede distinguir una zona central, en la que se sitúa la Costilla 1 ó AD, la cual es diferente a las internas del estabilizador, tiene una preparación más dificultosa y es necesario la ayuda de una máquina taladradora especializada para ella. Es un elemento primordial, ya que por la AD y el Front Fitting (*elemento parecido al front fitting, pero que se coloca en la parte trasera del HTP, en la unión de ambos cajones, al igual que el front fitting*) es por donde se unen los dos cajones laterales.

Partes Fundamentales en el HTP A380



FRONT SPAR	
BORDE DE ATAQUE	
REAR SPAR	
BORDE DE SALIDA	
FRONT FITTING (MONTAJE FRONTAL)	
TIP (BORDE MARGINAL)	
LER (COSTILLA DEL BORDE DE ATAQUE)	
LEX (CARENA DE UNION AL AVION)	
MAN HOLE (CAVIDAD DE TRABAJO INTERNO)	
RIB (COSTILLAS INTERNAS DEL HTP. 26 EN TOTAL)	
AD (COSTILLA DE UNION CENTRAL ENTRE CAJONES LH Y RH)	
COSTILLAS BR (COSTILLA DE CARGA DE SOPORTE DE FUERZAS)	
TIMONES DE ALTURA	
COSTILLAS TER	

Luego se distingue entre front spar (*FS*) y rear spar (*RS*), ya sea la zona delantera o trasera del estabilizador. En cada uno de ellos se instalan los bordes de ataque (*BA*, ubicado en el *FS*) y borde de salida (*BS*, situado en el *RS*).

En el *FS* se instalan las costillas *LER* (*8 en cada cajón, 16 en total en el estabilizador*), con la ayuda de un útil, y se implementan las carcasas que conforman en su conjunto el *BA*. En el *RS* se instalan las costillas *BR* y *TER* (*10 de cada una en cada cajón lateral, es decir, 40 costillas por todo el estabilizador*), las cuales se diferencian, porque las costillas *BR* son costillas de carga, las cuales aguantan presión, pero las costillas *TER* son costillas de forma, con alma para reforzar y estilizar el *BS*.

Además existen los bordes marginales, también denominados *Tip's*, los cuales se colocan en los extremos del HTP, hay 2 por cada estabilizador, uno en cada lado. Sirven para estilizar el estabilizador.

Los timones del estabilizador se colocan tras el *BS*, ya que en las costillas *BR* se colocan unos herrajes, denominados diapasones, los cuales tienen una abertura. A través de ésta pasa el eje de giro del estabilizador, a través de los 20 diapasones colocados, uno en cada costilla *BR*. Para luego conectar este eje de giro a los timones del HTP, los cuáles son los que giran para elevar o descender el avión. La acción se produce por unos actuadores que les llega la señal a través de unos servos (*Para mayor detalle, consultar en el anexo*).

Centrándose en el proceso de producción del HTP A380, se desarrollará la implantación del Lean Manufacturing en el mismo.

1. PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL HTP A380

El proceso de producción del HTP A380 se divide en 7 Fases (*ver figura 1.a*). Se hará hincapié de cada una de ellas, así como las operaciones y tareas que se realizan en cada una de ellas. En la figura 1.b. se observa las dimensiones finales que debe tener el HTP A380, es decir alrededor de 30 m de largo, 16 m de ancho y casi 2 m de alto. A continuación se expone una tabla resumen de las distintas fases del proceso de producción del HTP A380.

Descripción de la fase de Montaje		Instalación de Sistemas
FASE 1	EQUIPADO DE CAJONES	
FASE 2	UNIÓN DE CAJONES	
COSTILLA 1	TALADRADO COSTILLA 1	
FASE 3	MONTAJE DE TIPS	
	SELLADO ESTANQUEIDAD	
	EQUIPADO HTP	
FASE 4	HIDRAÚLICA L854-87000-000	TRASVASE/LLENADO L282-87000-000
	COMBUSTIBLE L280-87000-000	INSTALACIÓN DE MAZOS Y AFORADORES L284-87000-000
		INSTALACIÓN DE DRENAJE/REMOVIDO L281-87002-000
		VENTILACIÓN L281-87001-000
FASE 5	PRUEBAS FUNCIONALES	
FASE 6	PINTURA DEL ESTABILIZADOR	
FASE 7	MONTAJE/ REGLAJE DE ACTUADORES	
	TERMINACIONES ANTES DE TRANSPORTE	
	ELÉCTRICA L920-87000-000	

Tabla resumen de las distintas fases que componen el proceso de producción del HTP A380

Se puede dividir en dos partes principales:

- Estructuras: Fases I, II, III.
- Instalación y Pruebas: Fases IV, V, VI, VII.

Un resumen más explícito de cada una de las fases, es el siguiente:

- 1. Fase I.** Equipamiento de los cajones laterales: pre-equipado de las costillas BR's (10 costillas por cada cajón lateral), TER's (10 costillas por cada cajón lateral) y LER's (8 costillas por cada cajón lateral). Instalación de las costillas comentadas, equipamiento y sellado en los cajones laterales de las mismas.
- 2. Fase II.** Unión de los dos cajones laterales: constituido por un remachado anterior de la costilla 1 ó AD a través de control numérico y de su pre-equipado manual antes de su instalación entre los cajones. Una vez lista la AD, se procede a la unión de los cajones a través de la misma. Luego se produce el montaje del Front Fitting y del Rear Plate ó "Mariposa" (*montaje del soporte trasero de la unión entre cajones*) y su instalación. Posteriormente se remacha los soportes montados.
- 3. Fase III.** Equipado del HTP: Instalación de los soportes traseros y laterales (*instalación de los tip's*). Instalación del atornillado del Jack Fitting (*herrajes delanteros*). Sellado del tanque Trim (*tanque de la compensación, se denomina así por la principal función que desempeña*). Instalación de los soportes de las carenas Karman (*elementos de envergadura fina que sirve para unir estéticamente el HTP con la cola del avión. Existen 4, dos en la zona superior del HTP y otros dos en la inferior*). Pre-montaje de los timones para su control de verificación.
- 4. Fase IV.** Instalación de los sistemas de Combustible: además de los sistemas de ventilación, indicadores de combustible (*aforadores*), sistemas de drenaje y tuberías de enrutamiento. El pre-montaje de los tubos de hidráulica lo componen dos sistemas: sistema de alta (*constituidos por titanio*) y sistema de baja (*constituido por aluminio*). Éstos son los encargados de alimentar a los actuadores que mueven los timones a través de señales que les envían los servos.
- 5. Fase V.** Tests funcionales: Comprobación previa de sistemas instalados. Encubrimiento de los orificios de montaje y de los man hole (*aberturas para que el operario pueda trabajar dentro del estabilizador*). Y, finalmente, realización de las pruebas funcionales, las principales son las pruebas de estanqueidad, realizadas a presión para comprobar que no existen fugas.
- 6. Fase VI.** Pintado del HTP: pintado de la superficie externa del tanque Trim (*tanque de la compensación*) (barrera de vapor, prueba a presión con aire. Se realiza otra prueba con un líquido con propiedades parecidas al combustible real). Además de todos los elementos.

- 7. Fase VII.** Equipamiento final del HTP: Instalación de los sistemas hidráulico y eléctrico. Pruebas previas funcionales de los sistemas. Instalación de los actuadores. Calibrado de los equipos instalados. Equipado final y preparación del HTP para la entrega a la FAL (*Final Assembly Line – Línea de montaje final en Toulouse, Francia*).

Figura 1.a. Vista de la Nave 3 de la Planta de Airbus Puerto Real

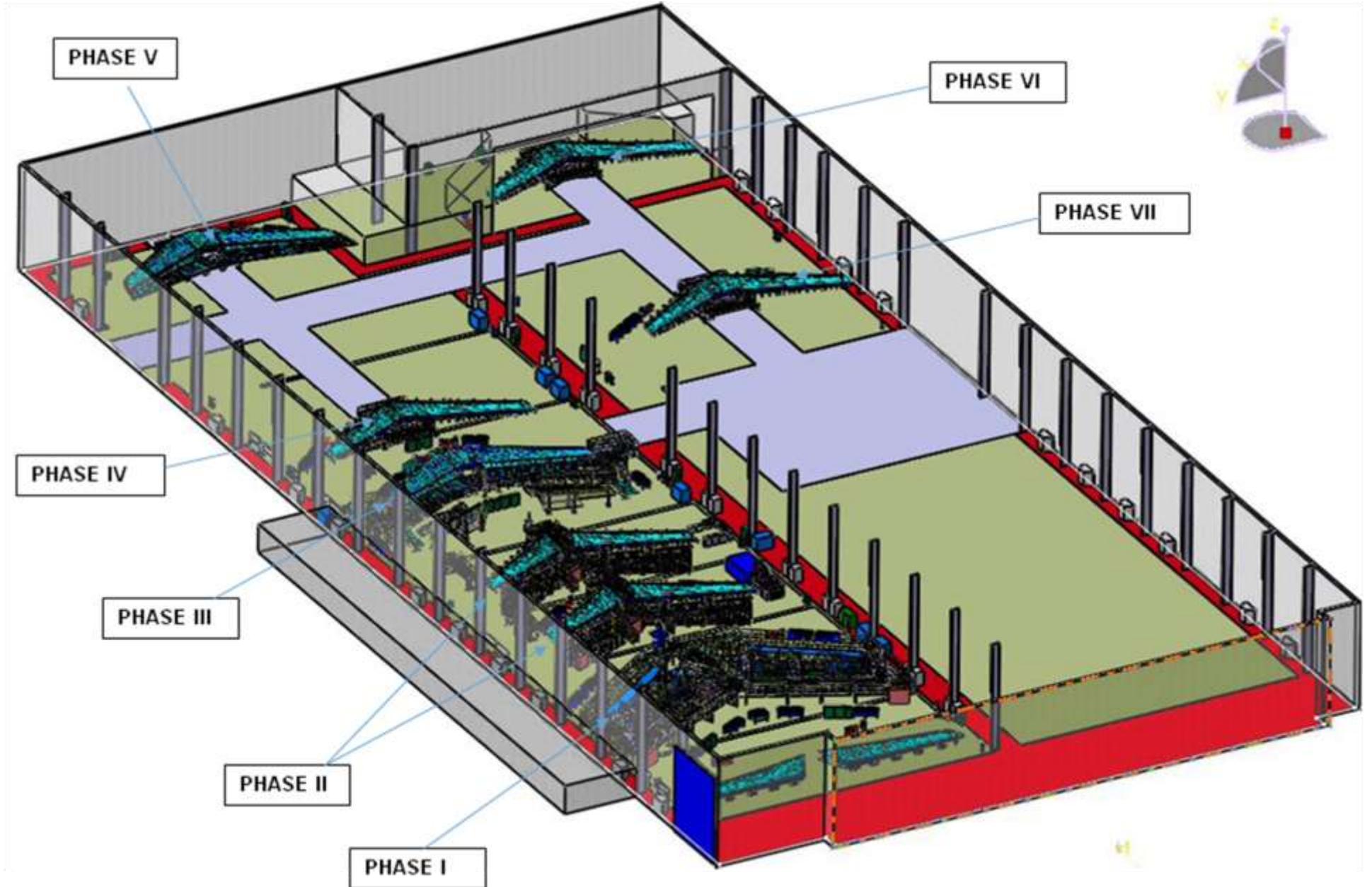
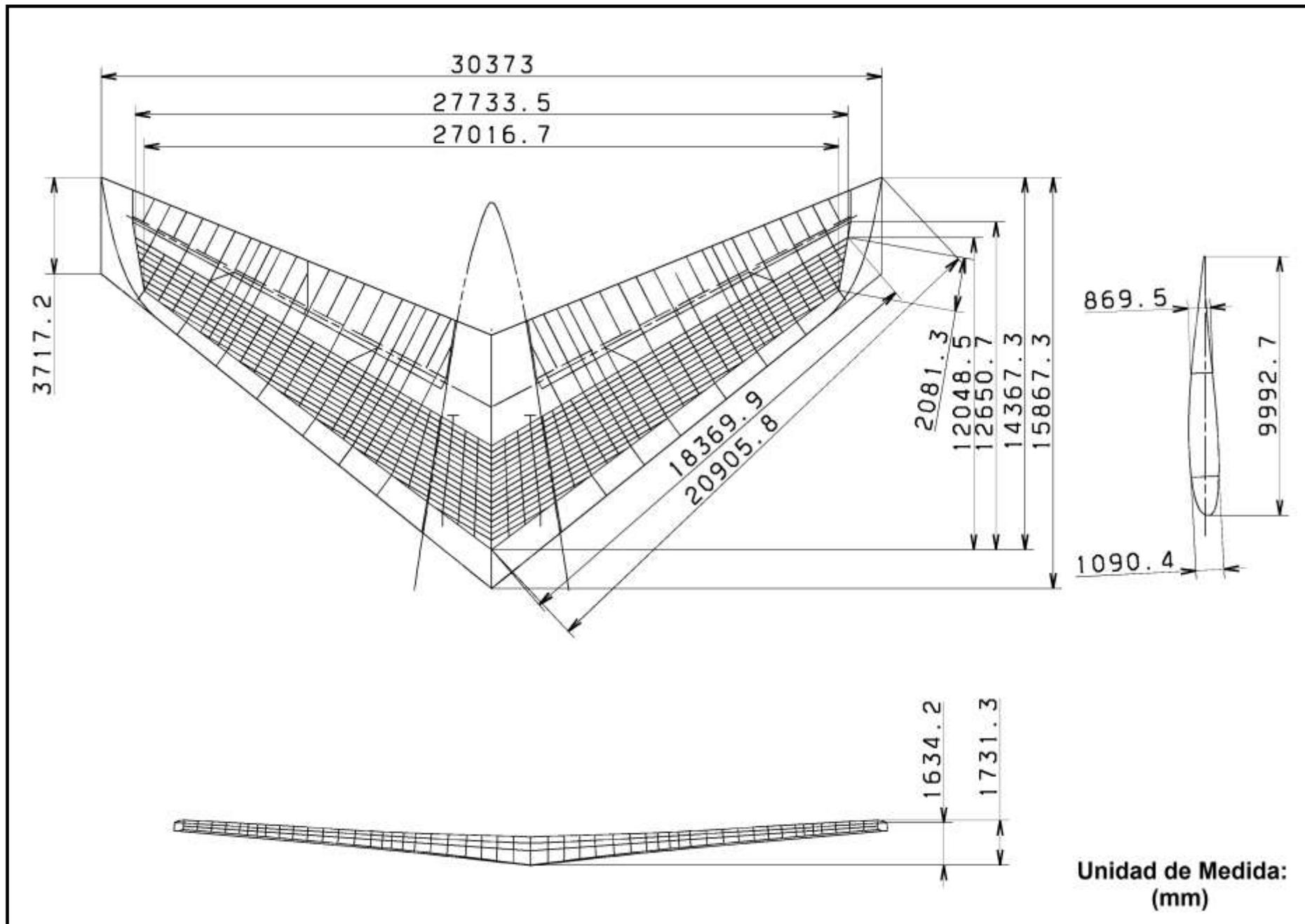


Figura 1.b. Dimensiones Finales del Estabilizador Horizontal (HTP) del avión A380



1.1 Fase I – Equipado de Cajones Laterales y de las Costillas del Borde de Ataque y del Borde de Salida.

Los cajones laterales, es decir, las estructuras de lo que al final será el estabilizador, llegan de la factoría de Getafe. En esta fase / estación se produce el montaje de las costillas del borde de ataque (BA) y las del borde de salida (BS). Se montan las costillas (BR –10-, TER –10- y LER –8- por cada cajón lateral) y también las tapas del borde de salida. Se posicionan los cajones y mediante un software se apoya el cajón en la mejor posición, esto es importante porque después se debe hacer la unión entre ambos cajones y convertirlo en estabilizador. Se trabaja por cajones separados, en esta fase aún no es estabilizador.

Las Operaciones que se realizan en esta Fase, son:

1.1.1. Fase I – Operaciones

- ⇒ Se colocan los cajones laterales al Jig (*Estructura rígida con un sistema de posicionadores automáticos y zonas de control (uno por cada cajón lateral)*)
- ⇒ Recolocación en el Jig, comprobación de la correcta posición de los cajones.



Vista de la grada Fase I

Operaciones en el Borde de Salida

- ⇒ Premontaje de las costillas traseras (del borde de salida), en definitiva de las 10 costillas BR y las 10 costillas TER.
- ⇒ Fijar paneles, localizarlos y estructurarlos. Desmontaje y limpieza.
- ⇒ Equipado de costillas (BR y TER) a los cajones laterales.
- ⇒ Posicionado y sellado de las costillas (BR y TER).
- ⇒ Remachado de costillas (BR y TER).
- ⇒ Fijar los paneles, aplicar sellante y posicionado.

- ⇒ Fijar los paneles y remachado.
- ⇒ Preparación de la estructura interna, sellación y liberación del agente aplicado.
- ⇒ Cubrir la instalación.

Operaciones en el Borde de Ataque

- ⇒ Situar las costillas (LER) utilizando los útiles.
- ⇒ Taladrado de costillas (LER). Desmontaje y limpieza.
- ⇒ Equipado de costillas (LER) a los cajones laterales.
- ⇒ Posicionar las costillas (LER) y aplicar sellante.
- ⇒ Remachado de las costillas (LER) y correcta instalación.
- ⇒ Desmontaje de los dispositivos del Jig.
- ⇒ Desmontaje del Jig y traslado de los cajones laterales a la Fase II.



Vista de las 3 primeras fases del proceso, siendo la más cercana la Fase II duplicada

1.2 Fase II – Unión de Cajones, Costilla 1, Herrajes/Accesorios Traseros; Línea de Unión o Bisagra.

Esta Fase está duplicada debido a una cuestión de tiempo y de rendimiento de cada fase, es decir, mientras que en la Fase I podían estar acabadas las operaciones para poder pasar a la Fase II, en la misma aún se estaba trabajando con los anteriores cajones (tiempo de trabajo en la Fase II, 2 semanas aproximadamente). Duplicando la Fase II se consigue mayor rendimiento, debido a que no se produce pérdida de tiempo de espera, optimizando el proceso y la planificación del montaje.

En esta Fase se unen los cajones laterales, convirtiéndose en la estructura del estabilizador. Se montan los Diapasones (ver *figura 1.2.a. y 1.2.b.*) en las costillas BR, por las cuales pasará el eje de giro para el movimiento de los timones. Los diapasones son una pieza muy importante debido a esta misión.

Cuando el eje de giro esté colocado, se reposiciona y se hace una memoria de control del timón (*para mayor información ver anexo*). De esta manera se garantiza una tolerancia dentro de unos intervalos que debe cumplir.

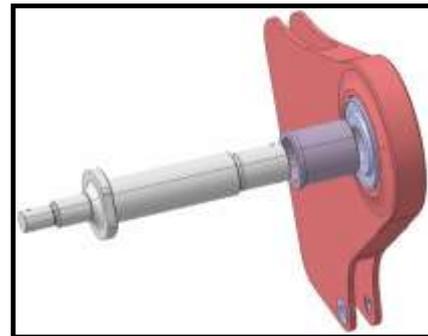


Figura 1.2.a. Diapazón

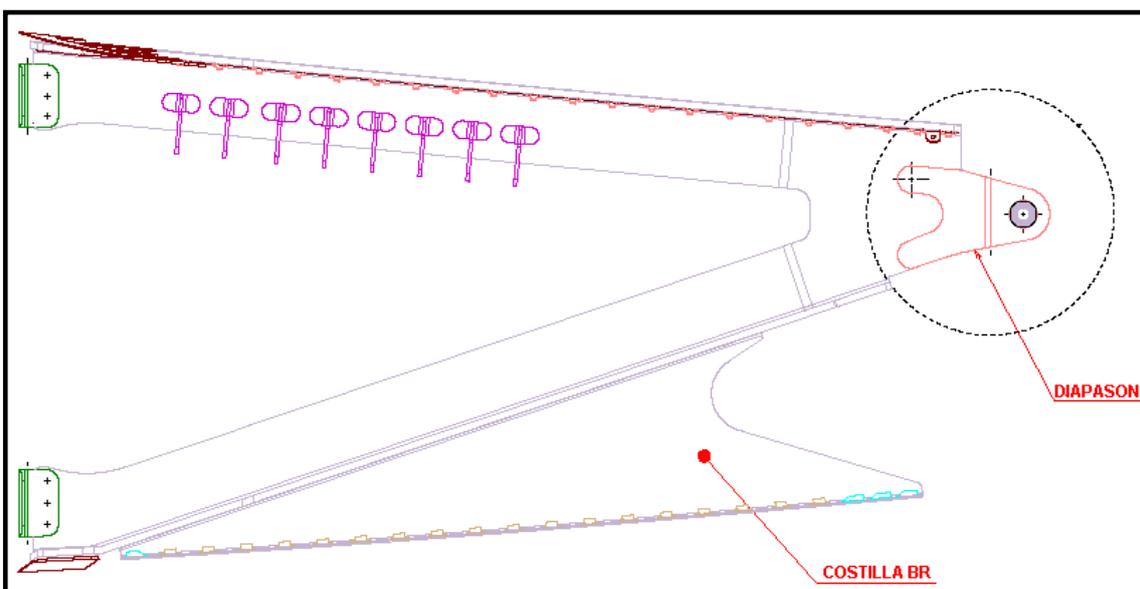


Figura 1.2.b. Situación del diapazón en una costilla BR

Costilla 1 (A.D.) y Front Fitting

En esta fase se realiza la preparación, el premontaje y el montaje de la Costilla 1 (ver figura 1.2.c.) y del Front Fitting. La Costilla 1 es la costilla central, situada entre ambos cajones laterales. Se taladra aparte porque tiene muchos refuerzos que se realizan manualmente por los operarios. Luego se introduce entre los cajones y se remacha manualmente. El Front Fitting (Herraje Frontal) es el herraje que va situado al frente del estabilizador uniendo ambos cajones y formando lo que es el estabilizador. Está constituido de Aluminio y es una pieza de alto valor económico.

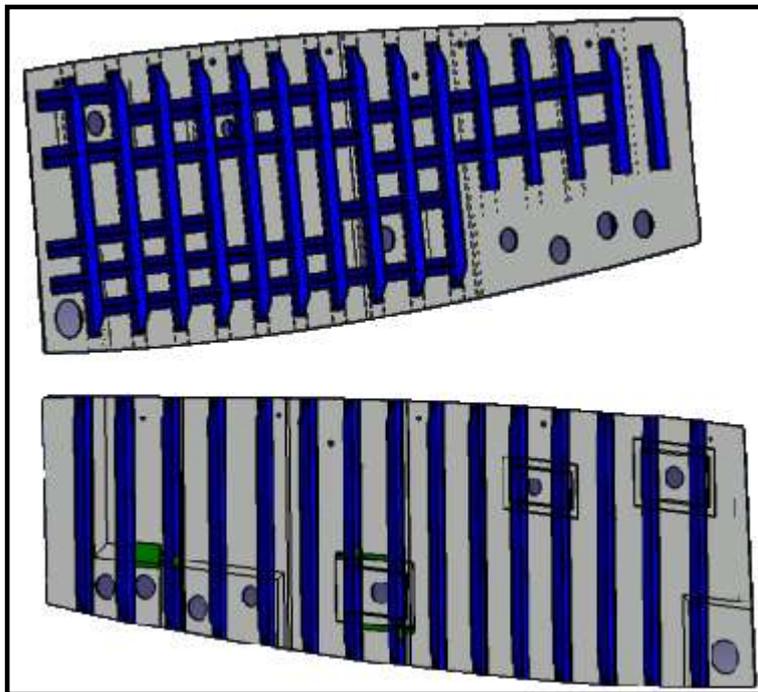
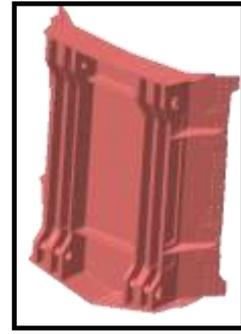


Figura 1.2.c. Anverso y reverso de la Costilla AD equipada

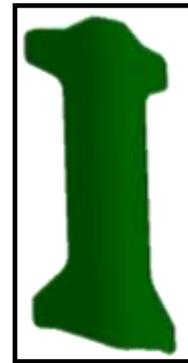
Las Operaciones que se realizan en esta Fase, son:

1.2.1. Fase II – Operaciones

- ⇒ Colocación automatizada de los cajones laterales con la ayuda de los posicionadores de ajuste (los útiles).
- ⇒ Posicionado de la Costilla 1 ó A.D.
- ⇒ Localizado y reforzado con shim (*suplemento metálico de estado líquido-viscoso*) el resto de las partes.
- ⇒ Taladrado de los Tee's de la parte superior de la Costilla 1. (ver figura 1.2.1.a).
- ⇒ Taladrado de los Tee's de la parte inferior de la Costilla 1.
- ⇒ Colocación del Front Fitting (Herraje Frontal) para el acondicionamiento del taladrado frontal.
- ⇒ Colocación del Rear Plate (Placa Trasera ó Mariposa) para el acondicionamiento del taladrado frontal.
- ⇒ Desmontaje y limpieza de los componentes de la unión central.
- ⇒ Aplicación sellante en la junta central e instalación los componentes.
- ⇒ Remachado de la junta central.
- ⇒ Montaje de los apoyos (útiles) de la junta central.
- ⇒ Aplicación de sellante en el Área del Tanque de Combustible en la junta central.
- ⇒ Escariado de los herrajes actuadores e instalación de los mismos.
- ⇒ Instalación del herraje de apoyo posterior y escariado.
- ⇒ Instalación de los apoyos (útiles) de las Carenas Karman.
- ⇒ Instalación de los FTI (*Flight Test Installation, Instalación de los Test de Vuelo –ver el anexo*).
- ⇒ Desmontaje de los dispositivos del Jig.
- ⇒ Desmontaje del Jig y traslado del HTP a la Fase III.



Front Fitting



"Mariposa"

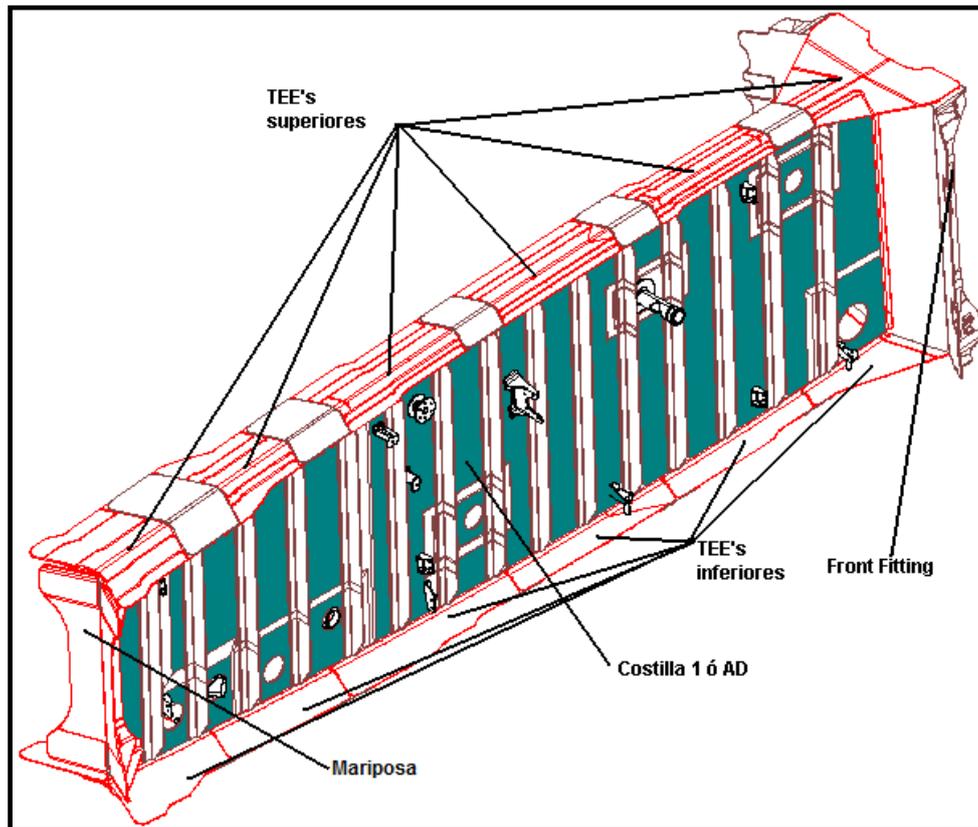
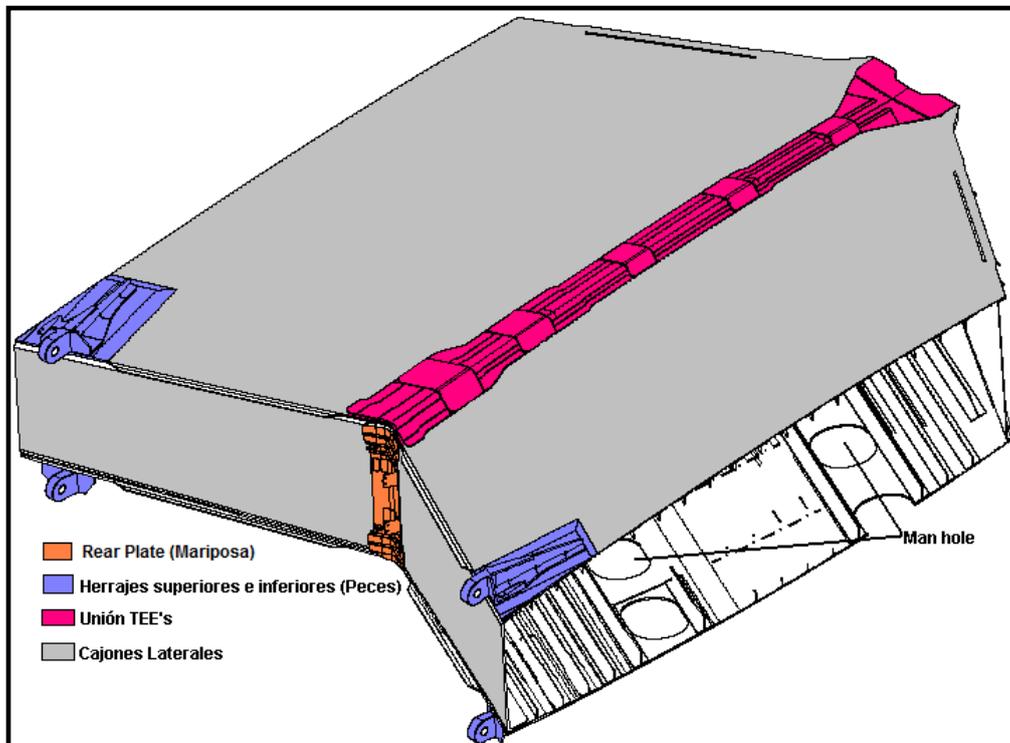


Figura 1.2.1.a. Situación de los TEE's, Rear Plate "Mariposa" y Front Fitting



Posición de los elementos de la zona central del estabilizador

1.3. Fase III – Montaje de Tips (Bordes Marginales), Sellado de estanqueidad y Equipado del HTP.

En esta Fase es donde se hacen los montajes de los Tips (bordes marginales) (ver figura 1.3.a.), los herrajes de los tricornios (dos por estabilizador, por HTP) y de los timones.

El estabilizador se une al avión a través de los tricornios, que van unidos al estabilizador a través de los “peces” (ver figura 1.3.b.). También están los herrajes Jack Fitting que son herrajes de menor envergadura y están situados en la parte delantera (en la trasera están los tricornios) por los cuales se une al avión.

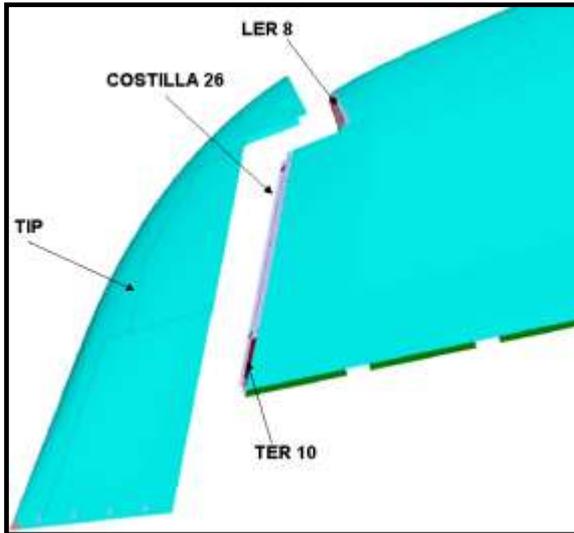


Figura 1.3.a. Localización y montaje del borde marginal (Tip) en el HTP

También se realiza el montaje de las Carenas Karman (son en total 4, 2 superiores y 2 inferiores) (ver figura 1.3.c.) que sirven para la adaptación del estabilizador al fuselaje del avión.

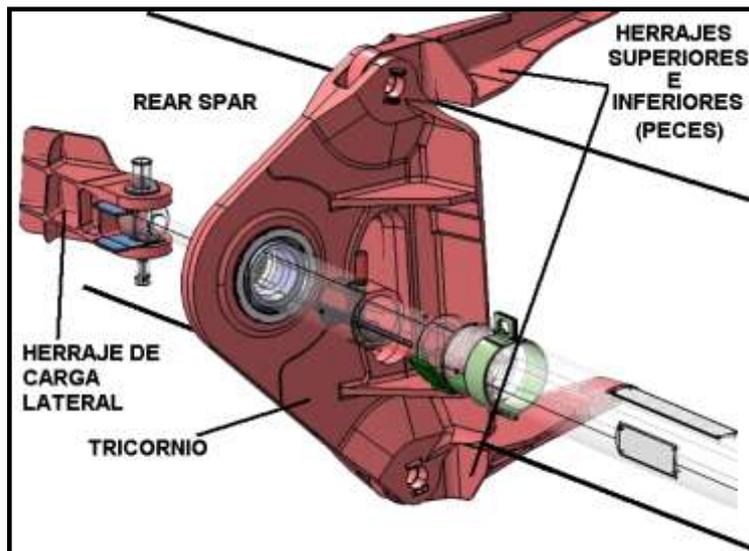


Figura 1.3.b. Tricornio con los herrajes correspondientes

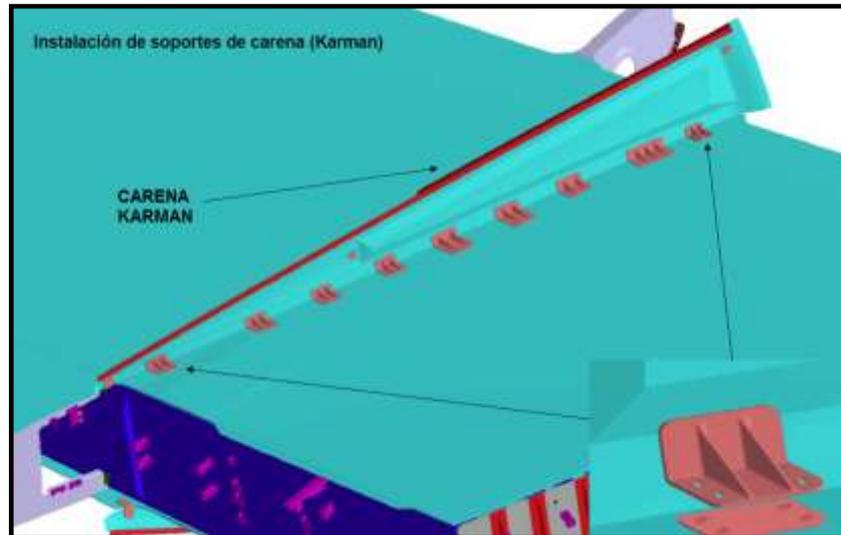


Figura 1.3.c. Instalación de Carena Karman en el HTP A380

Las Operaciones que se realizan en esta Fase, son:

1.3.1. Fase III – Operaciones

Operaciones de los Soportes Traseros

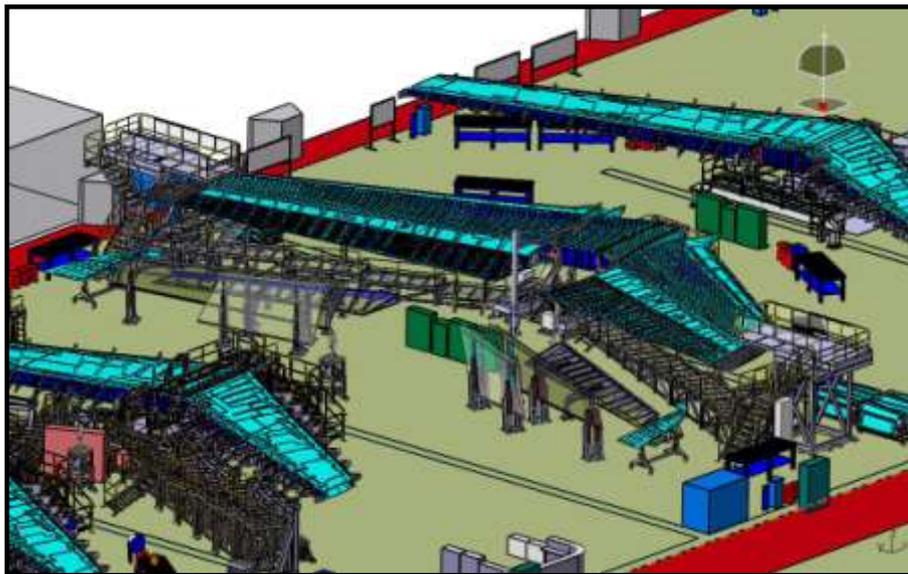
- ⇒ Colocación automatizada del HTP en el Jig.
- ⇒ Colocación de los herrajes de apoyos traseros y reforzamiento por shim.
- ⇒ Taladrado de los herrajes de apoyo traseros con herramientas auxiliares.
- ⇒ Remachado de los herrajes de apoyo traseros.
- ⇒ Montaje de los herrajes de apoyo traseros (útiles).
- ⇒ Instalación de montaje de la carga lateral.

Operaciones de los Bordes Marginales (Tips)

- ⇒ Taladrado de la zona de los bordes marginales (Tip) con herramientas auxiliares.
- ⇒ Preinstalación y control de los tips.
- ⇒ Desinstalación y preparación del sellante en la estructura interna.
- ⇒ Ejecución de la Memoria de Control (*para mayor información ver anexo*).

Operaciones del Borde de Ataque (BA) y Borde de Salida (BS)

- ⇒ Preinstalación y Control del BA (ver figura 1.3.1.a).
- ⇒ Preparación de la estructura del BA.
- ⇒ Instalación del BA.
- ⇒ Instalación del BS.
- ⇒ Comprobación / Ensayo de la Memoria de Control del Borde de Salida (para más información ver anexo).
- ⇒ Desinstalación de los componentes del BS y los Tips.
- ⇒ Entrega de los componentes a la Fase VII.
- ⇒ Instalación de los FTI (*Flight Test Installation, Instalación de los Test de Vuelo* – para mayor información consultar el anexo).
- ⇒ Desmontaje de los dispositivos del Jig.
- ⇒ Desmontaje del Jig y traslado del HTP a la Fase IV.



Vista de la grada perteneciente a la Fase III

Para comprobar el cambio que se produce en el montaje del HTP A380 desde la entrada a la Fase III a la salida de la misma, se ha representado gráficamente en la figura 1.3.1.b.

Figura 1.3.1.a. Preinstalación del Borde de Ataque

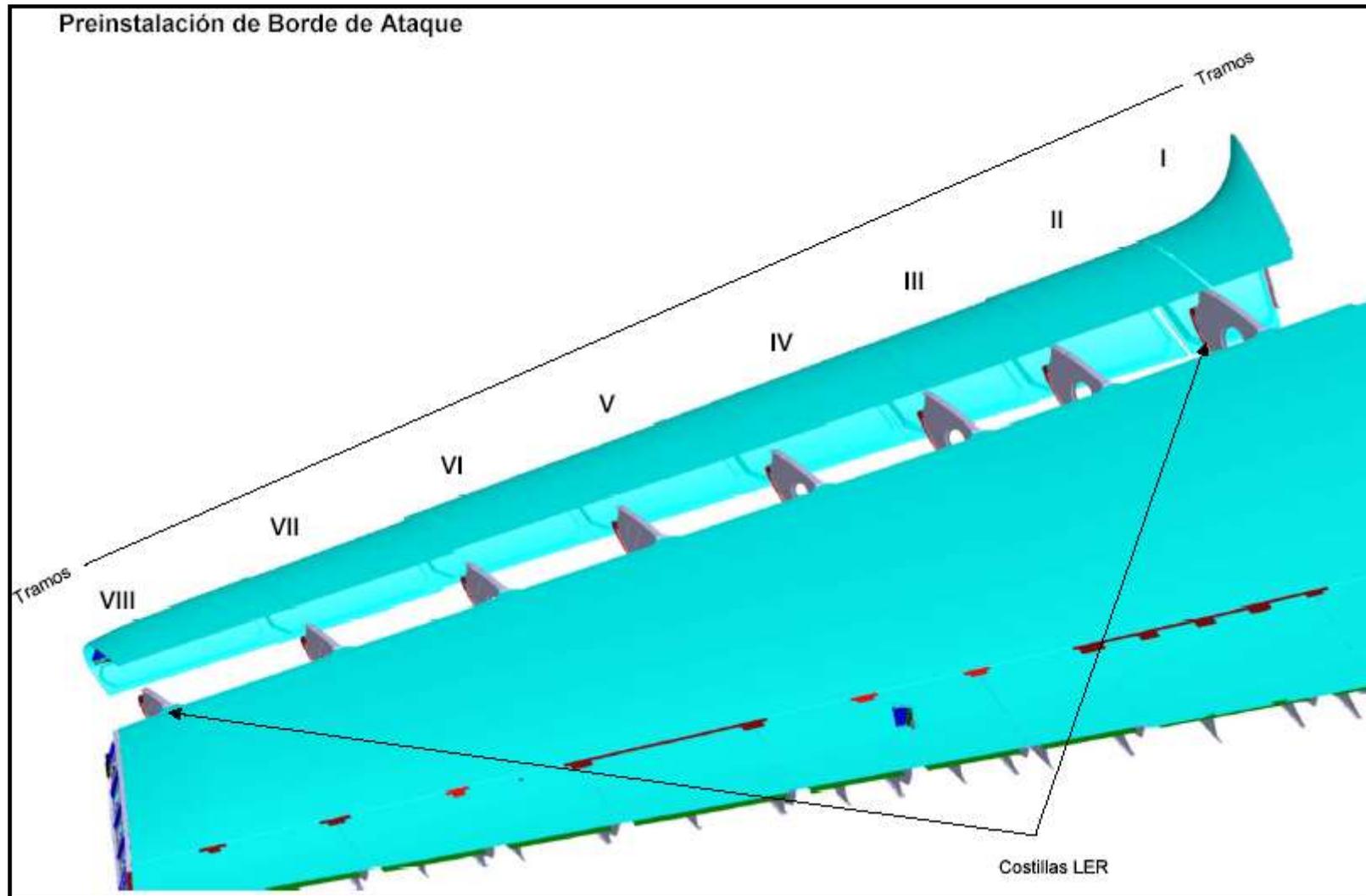
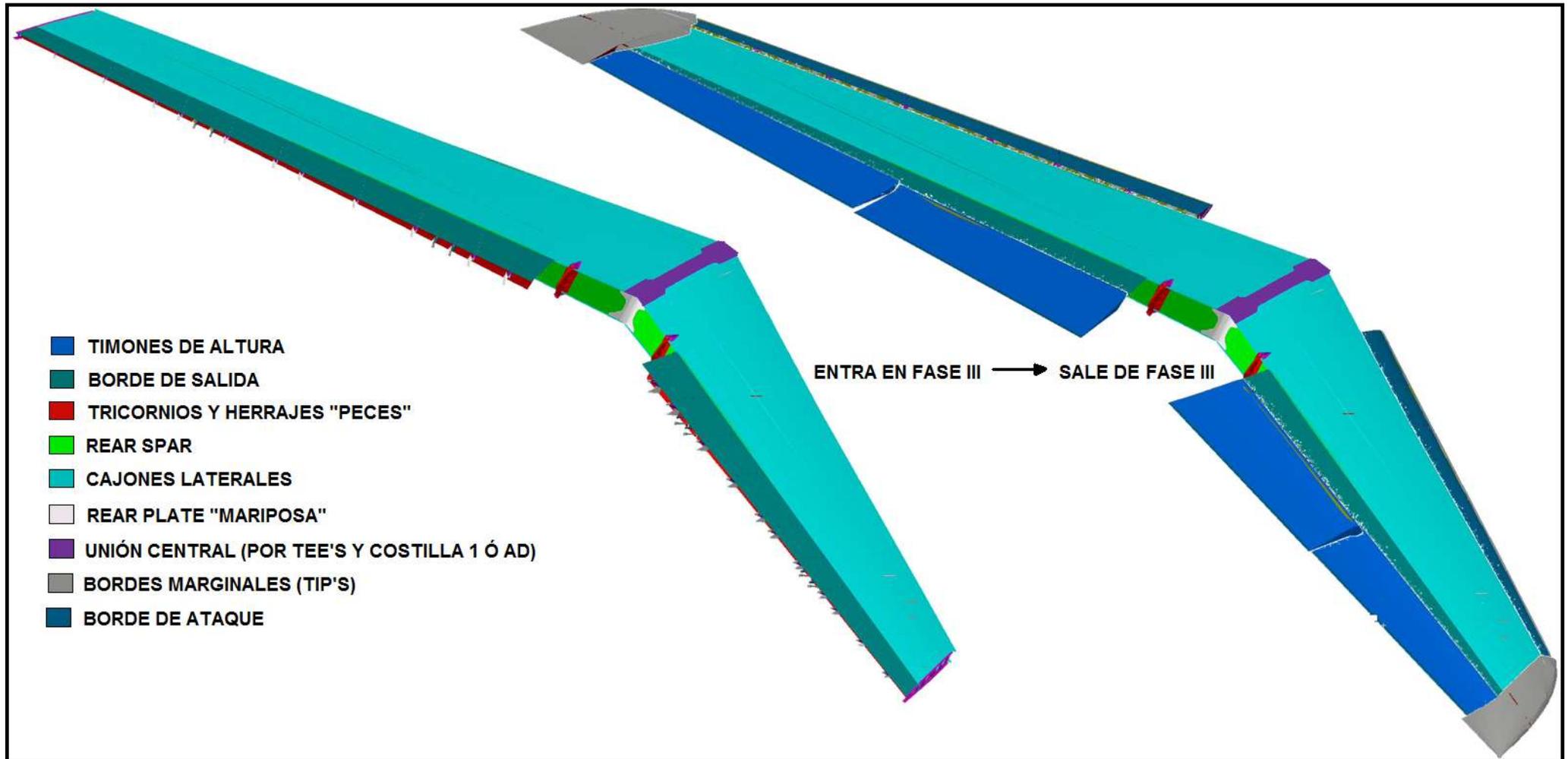


Figura 1.3.1.b. Evolución del HTP en la Fase III



1.4. Fase IV – Instalación de Hidráulica y Zona de Combustible

En esta zona se realiza la instalación de los tubos de hidráulica (sistema de alta presión – material de titanio – y sistema de baja presión – material de aluminio -) que alimentan a los actuadores para que desplacen los timones.

Se produce también el premontaje de los tubos de combustible, los cuáles ya se han empezado a trabajar desde que el HTP estaba en la Fase I. Este premontaje lo realizan operarios especialistas, ya que la tarea es manual.

El montaje de los aforadores se produce en esta Fase, éstos se colocarán en el tanque de combustible (*varios aforadores en distintos puntos del tanque del estabilizador*) para la medición del nivel del mismo. Así la señal que emiten los aforadores llegará al cuadro de mandos del avión, conociendo de este modo el nivel del tanque de combustible que hay en el estabilizador en cualquier instante.

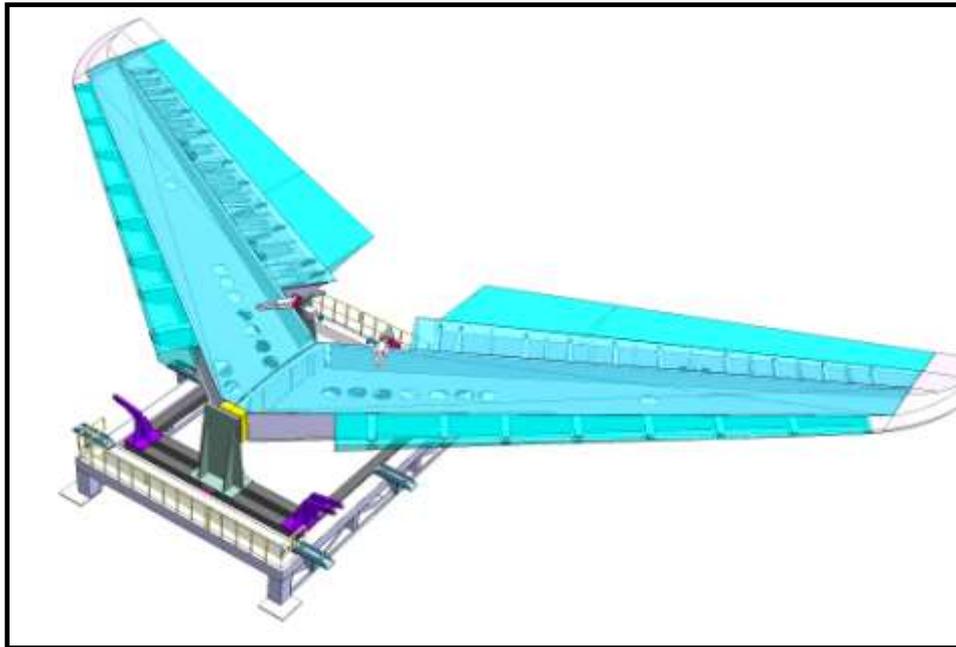
En resumen las operaciones que se realizan en esta Fase IV, son:

- ⇒ Instalación del sistema hidráulico.
- ⇒ Instalación del sistema de combustible.
- ⇒ Instalación de los sistemas cuánticos del combustible (Aforadores).
- ⇒ Sistemas de Sellado.
- ⇒ Cubrimiento de los agujeros para brazos (Hand Hole) en el Front Spar (Borde de Ataque, BA / FS)
- ⇒ Cubrimiento de los agujeros para hombre (Man Hole) en la superficie inferior del estabilizador.

Se tratará concretamente la instalación de los sistemas de hidráulica y combustible:

1.4.1. Fase IV – Operaciones

- ⇒ Instalación de los sistemas de hidráulica, ventilación y sellado.
- ⇒ Instalación de los sistemas de combustible (ver figura 1.4.1.a.) y sellado.
- ⇒ Instalación de los FTI (*Flight Test Installation, Instalación de los Test de Vuelo*, para mayor información consultar el anexo).
- ⇒ Instalación de la bomba de apoyo (útil)
- ⇒ Entrega del HTP a la Fase V.



Vista del HTP en la Fase IV

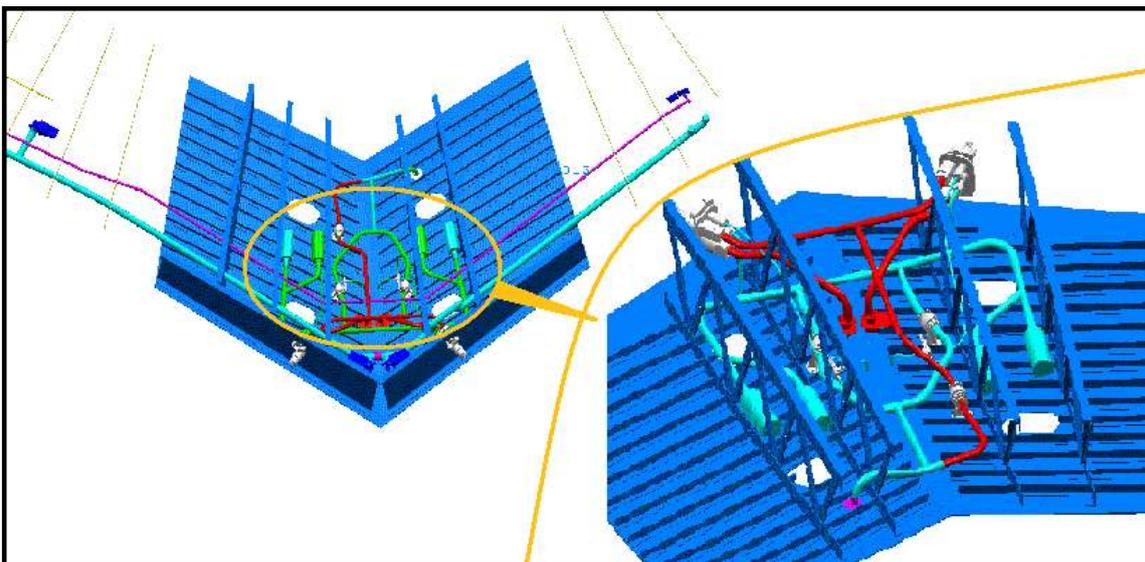
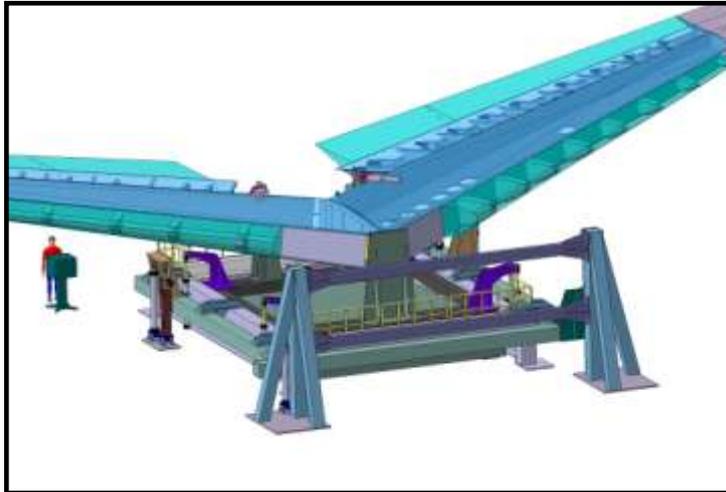


Figura 1.4.1.a. Zona central de la Instalación del sistema de combustible interno del HTP

1.5. Fase V – Pruebas Funcionales: Las pruebas de fugas de combustible (combustible y sistema de ventilación) y Los Tests de electricidad (cantidad de combustible del sistema). Funcionalidad / Desarrollo / Certificados / Calibración

Es la fase del combustible, se realizan los tests para comprobar la estanqueidad del estabilizador (del tanque del mismo) con respecto al combustible, los tests se llevan a cabo mediante comprobaciones de presión y de aire para la garantía de que no haya fuga ninguna (*para mayor información sobre los test de combustible, consultar anexo*).



Colocación del HTP en la Fase V para la realización de las pruebas funcionales

Las Operaciones que se realizan en esta Fase, son:

1.5.1. Fase V – Operaciones

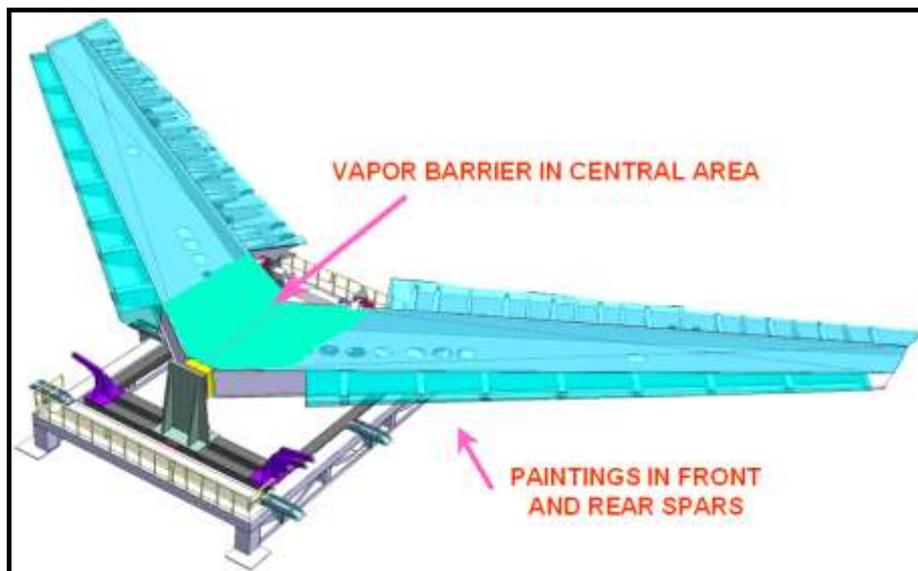
- ⇒ Pruebas eléctricas en el tanque Trim (*tanque de la compensación*) y aforadores (probers) de combustible.
- ⇒ Pruebas de fugas en las tuberías del combustible.
- ⇒ Certificación de los tests en las tuberías de combustible.
- ⇒ Instalación de las coberturas de los agujeros para hombre.
- ⇒ Pruebas de la capacidad de combustible en el tanque Trim (*tanque de la compensación*).
- ⇒ Certificación de los tests para la capacidad de combustible.

- ⇒ Pruebas de fugas en el tanque Trim (*tanque de la compensación*).
- ⇒ Certificación de las pruebas de los aforadores de combustible.
- ⇒ Drenado y limpiado del tanque de combustible.
- ⇒ Traslado del HTP a la Fase VI.

1.6. Fase VI – Zona de Pintura

En esta Fase se realiza:

- ⇒ Pintado de la Zona de Rear Spar (Borde de Salida, BS ó RS) y del Front Spar (Borde de Ataque, BA ó FS)
- ⇒ Barrera de vapor en la zona central.
- ⇒ Entrega del HTP a la Fase VII.



Resumen de las operaciones realizadas en la Fase VI

1.7. Fase VII – Instalación del sistema eléctrico, hidráulico. Calibrado de los mismos. Instalación de los Actuadores.

Se efectúa la instalación eléctrica (*mazos eléctricos*), los tests de eléctrica y de hidráulica y el calibrado de ambas instalaciones.

Se produce el montaje de los actuadores, elevadores así como su equipamiento en el estabilizador.

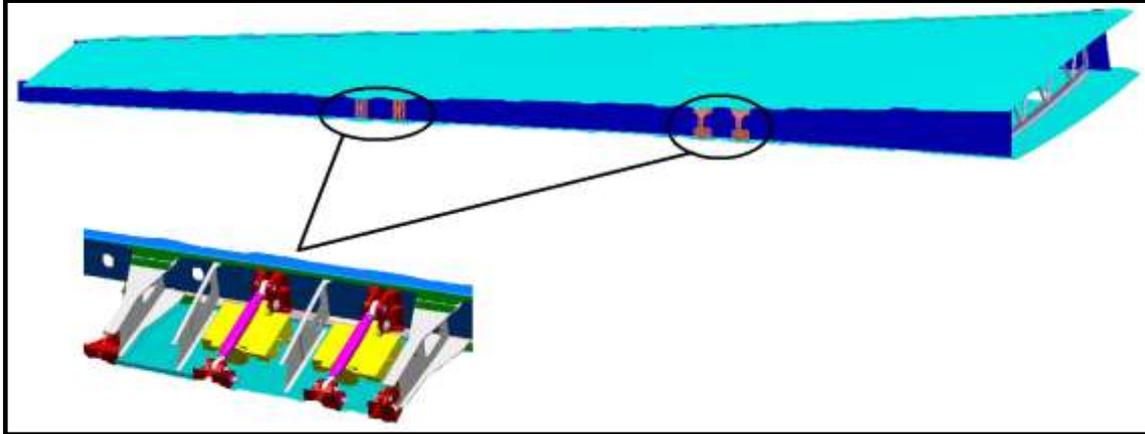
Como se ha comentado anteriormente, se realizan la instalación y las pruebas funcionales de los eléctricos (pruebas sobre la continuidad y el aislamiento) e hidráulico (pruebas de presión, lavado y fugas). Por último se realiza la instalación de algunas piezas sueltas.

Las Operaciones que se realizan en esta Fase, son:

1.7.1. Fase VII – Operaciones

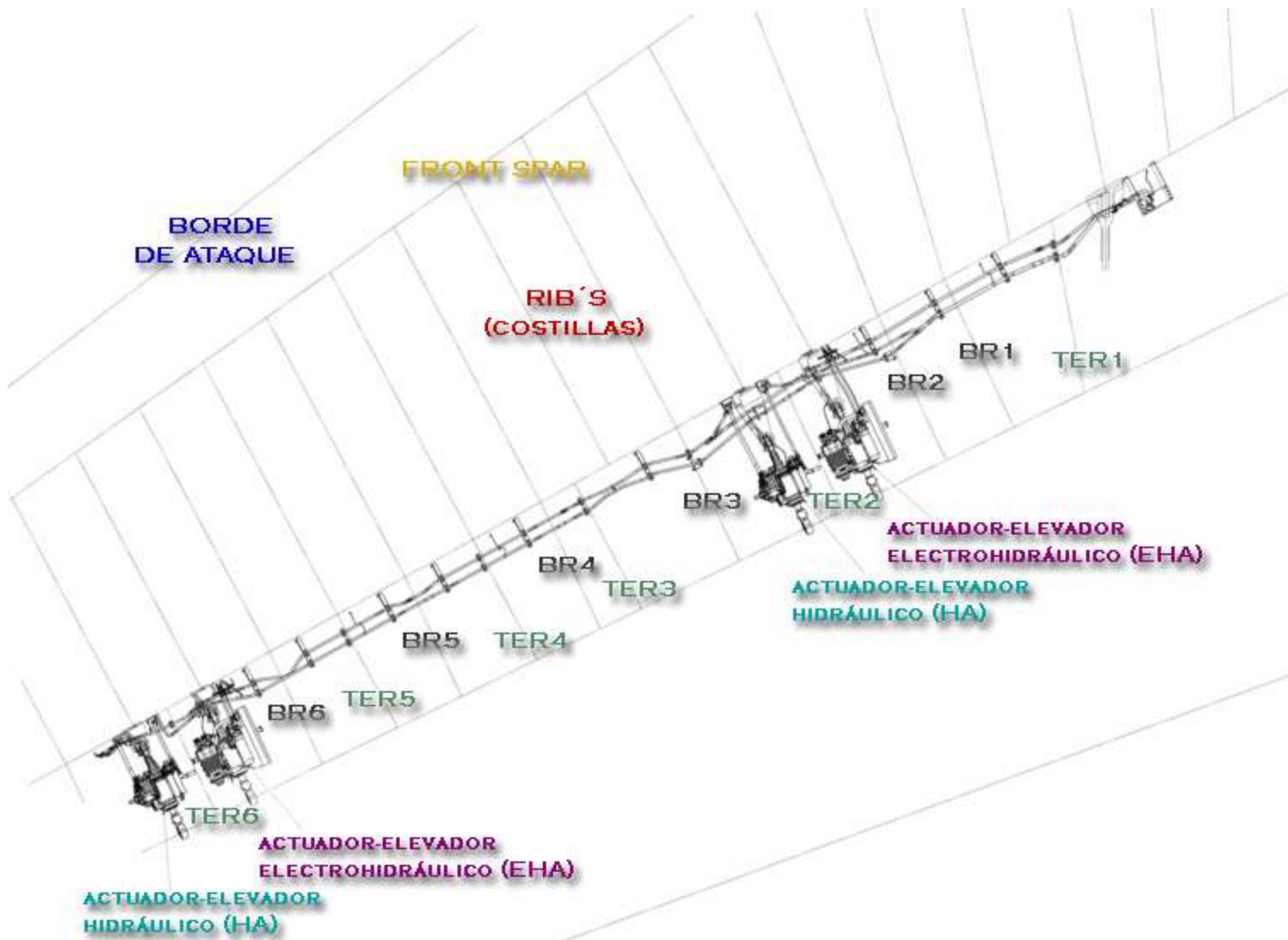
- ⇒ Montaje de la instalación hidráulica (*ver figura 1.7.1.a*).
- ⇒ Pruebas de lavado y de fugas en la instalación hidráulica.
- ⇒ Pruebas de presión hidráulica en los circuitos de presión y de retorno.
- ⇒ Instalación y pruebas eléctricas.
- ⇒ Instalación y pruebas de continuidad eléctrica.
- ⇒ Instalación de los FTI (Flight Test Installation, *Instalación de los Test de Vuelo, para mayor información consultar el anexo*).
- ⇒ Equipado y montaje de los elevadores en el estabilizador (HTP).
- ⇒ Montaje de los Tips (*bordes marginales*).
- ⇒ Cumplimentar la memoria de control (TIP, Elevadores, Bordes) (*para más información ver anexo*).
- ⇒ Repaso de verificación.
- ⇒ Pruebas de estabilidad de los elevadores.
- ⇒ Ajuste de los actuadores.
- ⇒ Desmontaje de los Tip, elevadores y cubierta de bordes para el envío.
- ⇒ Traslado a la estación de Área de Transportes.

⇒ Operaciones de preparación del transporte para la entrega al puerto de infraestructuras. (*Puerto de la Cabezuela, para más información sobre el traslado del HTP, consultar el anexo*).



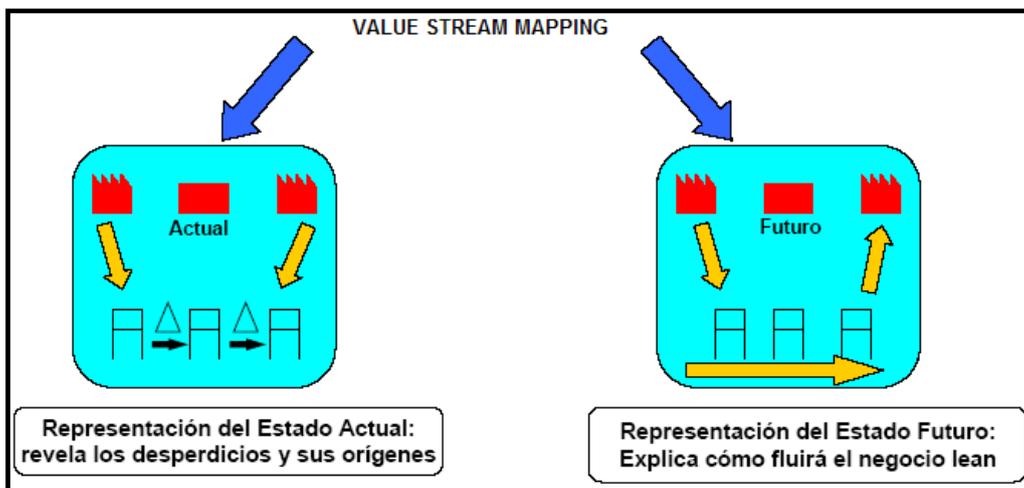
Instalación de unión entre cajón lateral y timones ó elevadores

Figura 1.7.1.a. Instalación Hidráulica del Cajón Lateral Izquierdo (LH)



2. PLANIFICACIÓN – VSM, VALUE STREAM MAPPING – MAPA DE FLUJO DE VALOR

Un mapa de flujo de valor, más comúnmente conocido como VSM, es un diagrama de todas las acciones, tanto de valor añadido como sin valor añadido, requeridas para llevar el producto desde la materia prima a las manos del Cliente. En este diagrama se representa, también, el ciclo de trabajo, el volumen de trabajo y, en definitiva, los datos significativos del proceso para tener una visión rápida del mismo.



Resumen gráfico del objetivo de un VSM,
Visión actual y futura de un proceso de producción

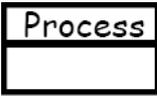
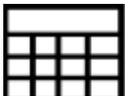
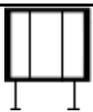
Hay dos flujos importantes en todos los VSM y son el flujo de información y el flujo de material. El flujo de información es proporcionado por el Cliente (*dando a conocer sus requerimientos y demanda*), por los procesos de producción, por el suministrador (*proporcionando las piezas que puede suministrar, el tiempo que puede tardar en hacerlo y las especificaciones de las piezas a entregar a la empresa*) y el subcontratista. El flujo de material es facilitado por la materia prima, los componentes, los subconjuntos y la pieza montada. Estos dos flujos giran en torno a 3 bloques importantes, que son: Suministrador, Empresa y Cliente. Todos relacionados entre sí, de manera que facilitan información y si falta uno de estos bloques, los otros dos quedan bloqueados e inactivos. Son los tres pilares del funcionamiento del proceso de compra y venta del producto.

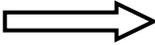
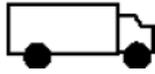


Flujos principales a tener en cuenta en un VSM

Existe una determinada simbología para el VSM, que es la siguiente:

Tabla resumen de los principales símbolos que se utilizan en un VSM

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	REPRESENTA
	Proceso de Fabricación	Este icono puede representar un proceso, una operación, una máquina en concreto o un departamento, por el cual discurre el material.
	Proveedor / Cliente	Utilizado para mostrar proveedores, Clientes y procesos de manufactura externos. Se indica dentro del recuadro a cuál de ellos representa.
	Información del Proceso	Utilizado para introducir información relevante que concierne procesos de manufactura, departamentos, etcétera. Normalmente es agregado en la parte inferior.
	Poste Kanban	Utilizado para representar el lugar donde los kanbans son colectados y retenidos para su transporte.
	Tablero de programación nivelada	Se utiliza para nivelar el volumen de producción sobre un período específico de tiempo. Provee el Takt.
	Panel Kanban	Representa el lugar cerca del proceso de producción donde se acumulan los kanbans.
	“Estrellas luminosas Kaizen”	Resalta mejoras necesarias en un proceso específico. Pueden ser usados para planificar talleres de mejoras.
	Nivelación	Distribuye la variedad de actividades que deben producirse durante un período de tiempo para eliminar exceso de stocks.

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	REPRESENTA
	Movimiento de material de producción a través de Pull	Identifica movimientos de material que son incitados por el productor, es decir, por la misma empresa.
	Movimiento del Producto terminado al Cliente	Además muestra movimiento de materia prima y componentes desde el proveedor.
	Inventario	Se anotan tanto la cantidad de inventario, como el tiempo que un elemento o pieza lleva siendo inventario.
	Supermercado	Se representa cuando el inventario es un símil al de un supermercado, en el cual un pequeño inventario está disponible y uno o más clientes vienen al supermercado para obtener lo que ellos necesitan. Entonces, el centro de trabajo vuelve a rellenar los stocks requeridos. Cuando el proceso es de flujo continuo, es impracticable, y el proceso es obligado a operar en modo discontinuo, un modelo "supermercado" reduce la sobreproducción y limita al máximo el inventario. Es una herramienta para procesos desparejados con diferentes tamaños de producción, capacidades de trabajo discontinuas u otras capacidades diferentes.
	Almacén de seguridad	Representa un almacén de seguridad contra problemas inesperados, sirve para proteger el sistema contra fluctuaciones imprevistas como órdenes del Cliente ó fallos del sistema.
	Frecuencia de envío y recepción externos	Señala la frecuencia de los embarques. Otras formas de transporte deben ser representadas de forma similar.
	Movimientos de material de producción a través de pull	Identifica movimientos de material basados en la demanda actual del Cliente, a través de un sistema Pull, obtener lo necesario en el momento necesario.
	Flujo de información manual	Esta flecha delgada y recta representa un flujo general de información de memorias, informes ó conversaciones. La frecuencia y otras notas pueden ser relevantes.
	Flujo de información electrónica	Esta flecha "movida" representa un flujo de información electrónica, como puede ser Internet, e-mails, intranets, etcétera. Se indica la frecuencia de intercambio y el tipo de medio usado, como por ejemplo el fax ó el teléfono, y, por último se indica el tipo de información.
	Flujo de información	Representa un flujo de información de orden ó de previsión, de modo que es indicado en las cercanías de la flecha su representación.

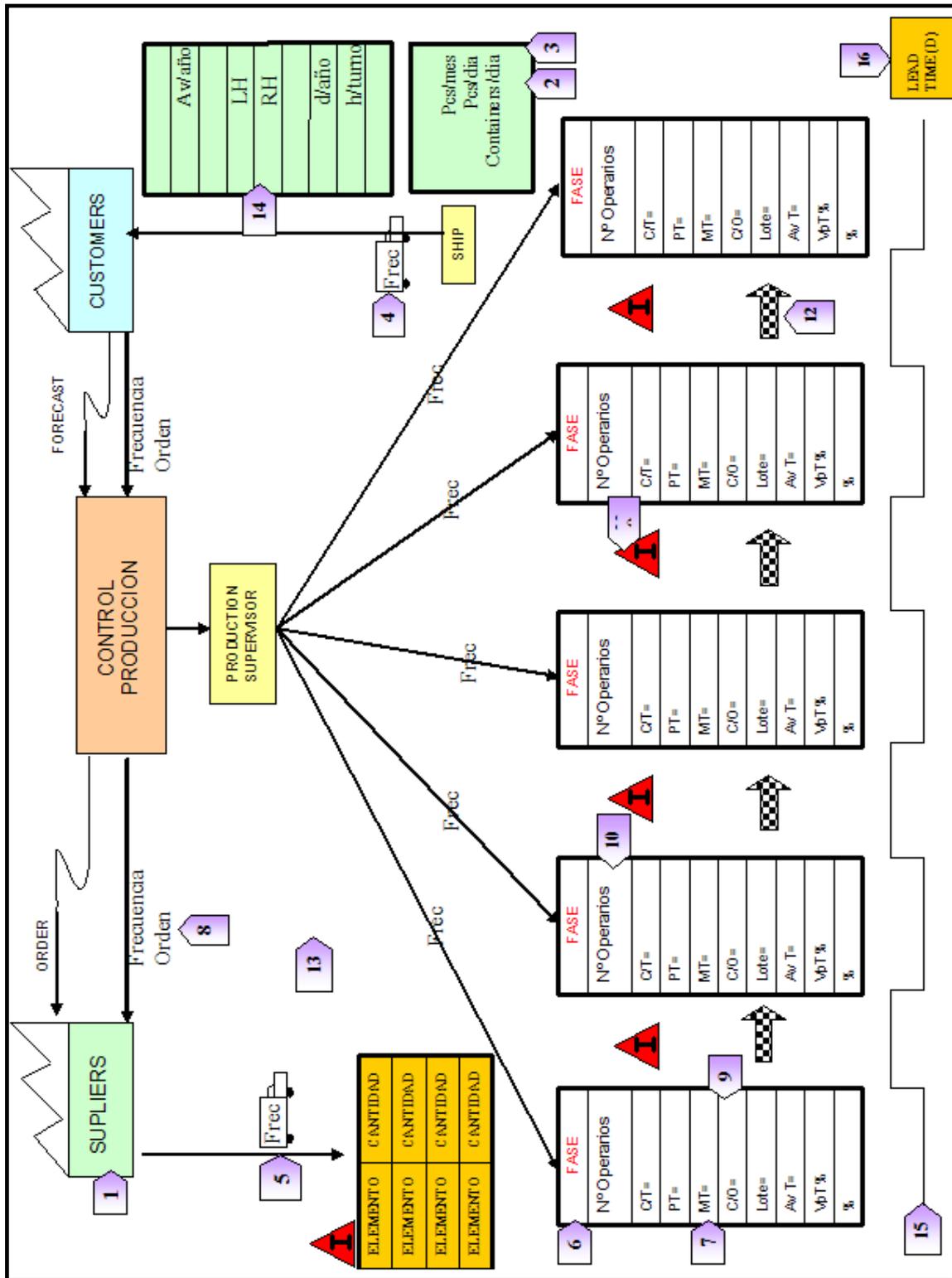
SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	REPRESENTA
	Control de la Producción	Recuadro que normalmente se encuentra en la zona central del VSM y que indica el control que se debe tener sobre la producción. De la misma forma, se representa la supervisión de la producción con un recuadro e indicándolo en el interior. Cualquier tipo de información adicional se representa en un recuadro y señalizando dentro.
	Producción Kanban	Comunica al proceso cuántos elementos y cuáles deben ser producidos. Si se representa sólo la línea punteada indica el flujo kanban, solamente.
	Retiro realizado por Kanban	Comunica cuántos elementos y cuáles deben ser retirados.
	Señal Kanban	Instrucción de producción que ordena la producción desde el proceso, en el que está señalizado, por stocks, por lotes. Debe ser siempre una señal visible.
	Revisión / Inspección	Representa la reunión de información que se realiza en este punto donde se encuentra este símbolo, a través de una inspección ó revisión visual.

En la figura 2.a., se observa un ejemplo de lo que constituye un VSM, en el que se debe tener en cuenta los siguientes requerimientos para su representación gráfica:

- ✿ El diagrama debe ocupar una sola página, para su mejor comprensión y visión.
- ✿ El uso de un formato estándar para todo el diagrama VSM.
- ✿ El uso de símbolos estándar para todo el diagrama VSM.
- ✿ La captura de todos los datos recopilados y que estén mostrados en el VSM, sin el inconveniente de exceso de la misma, para una visión “limpia” del diagrama.
- ✿ El entendimiento y la validación de todo el proceso a través del VSM.
- ✿ La implicación de tanto personal como sea necesario para su realización.

Teniendo en cuenta todo ello, se construye el VSM. Para ello, se siguen unos pasos ordenados y clasificados, pero antes de seguirlos hay que planificar, ordenar y recoger los datos necesarios para rellenar el VSM, y que con ellos sea lo bastante completo para abarcar toda la información relevante.

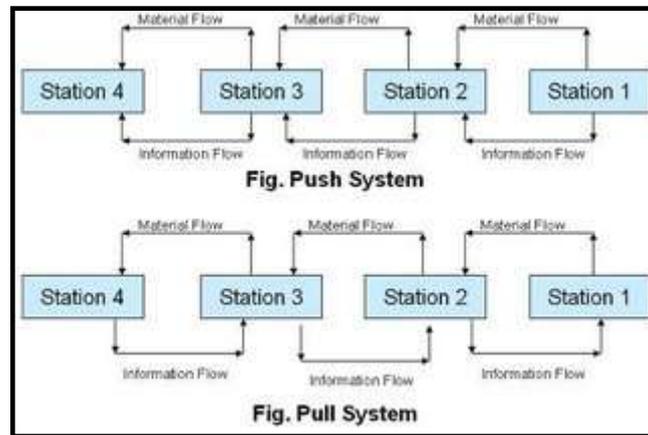
Figura 2.a. Representación de la vista típica de un VSM de un proceso de producción



Los pasos para realizar el VSM según el grupo ALPS (*Airbus Lean Production System – Sistema de Producción Lean de Airbus*), son:

1. Dibujar los iconos de los Clientes, proveedores y producción, que son los tres grandes bloques por los que el proceso tiene que pasar.
2. Introducir los requerimientos del Cliente con respecto a fechas, de este modo se impone el objetivo del tiempo, además de la Calidad del producto, la cual se conoce y se rige todo el proceso productivo.
3. Calcular la producción diaria y los requerimientos de transporte. Una vez el segundo paso, es decir, conociendo los requerimientos de fechas del Cliente, ahora se estudia el proceso de producción de la empresa, para poder llegar a ese requerimiento, además de tener en cuenta el tiempo de transporte del producto.
4. Una complementación del tercer paso, es la representación gráfica de los iconos de transporte y camiones con frecuencia de entrega y de recepción.
5. Se representa los iconos de cada fase del proceso a través de cajas, por orden en el proceso, de izquierda a derecha.
6. Se añade a la caja de cada fase del proceso los datos correspondientes a la misma.
7. Se enlazan las cajas de las fases del proceso mediante flechas de comunicación y notas con métodos y frecuencias.
8. Obtener los intervalos de tiempo de cada fase del proceso y añadirlo a la caja de datos, además de rellenar la caja del proceso en general. Esto ayuda a observar todos los tiempos directamente en el VSM.
9. Complimentar la información añadiendo el número de operarios de cada fase. Puede resultar que el número se represente en forma de fracción, ya que si el VSM comparte un proceso con otros productos, se usa sólo el número de operarios dedicados para el VSM que está siendo elaborado.
10. Añadir la ubicación de los inventarios y sus niveles en unidades de producción. Además de los iconos de pull (*el Cliente contacta con la empresa para definir fecha y requisitos del producto*) y push (*la empresa contacta con el Cliente para informarle la existencia del producto*). La principal diferencia entre los sistemas pull y push es que en el sistema pull todas las fases del proceso están en contacto de flujo de información con las demás, y en el sistema push no, de modo que en el push se envía información a la siguiente etapa del proceso sin

tener verificación del sistema ni del proceso. Esto produce sobreproducción e inventario, aspectos que en el sistema Pull son prioritarios eliminar. De todos modos, el sistema pull se verá con más detenimiento en el apartado “4.17 Implantación del Flujo Continuo”.



Comparativa de sistema Pull y Push

11. Completar con información adicional que pueda resultar útil. Un ejemplo muy común es la adición del absentismo, del número de horas laborables al año del que se dispone y horas trabajadas por turno.
12. Calcular el Tiempo de Ciclo (*Lead Time*) y situarlo, no solo de las fases y el proceso, sino también del transporte, tanto de proveedores como hacia el Cliente.
13. Por último adicionar el ciclo total del tiempo, el tiempo del proceso al completo.

Con estos pasos a seguir, se puede realizar el VSM de casi, cualquier proceso de producción, especialmente es el seguido en el proceso de producción, en la nave 3, del estabilizador (HTP) A380.

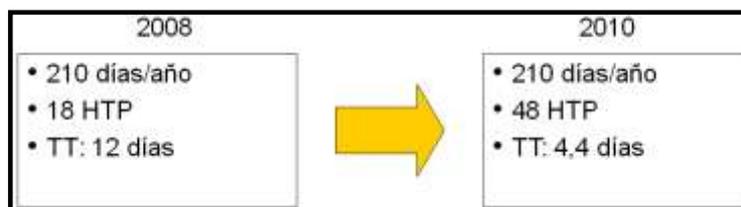
2.1. VSM en el Proceso de Producción del HTP A380 – Planificación y Objetivo

Teniendo en cuenta todo lo explicado con anterioridad y la importancia de la herramienta VSM, es momento de conocer el objetivo del proceso de producción del HTP A380. Los requerimientos y las demandas de los Clientes, han conducido a redefinir los tiempos de producción.

El Lean Manufacturing es la filosofía a seguir, y con ella se llegará al objetivo implantado por la central de Airbus en Toulouse. Hay que destacar que este proyecto “está vivo”, como se comentará durante todo el presente proyecto, el objetivo del seguimiento Lean no es fijo ni estático, es un proceso de mejora continua. En la realización del presente proyecto, se ha presentado una imagen actual del mismo, pero que seguro con el tiempo, incluso de los meses, el mapa es diferente.

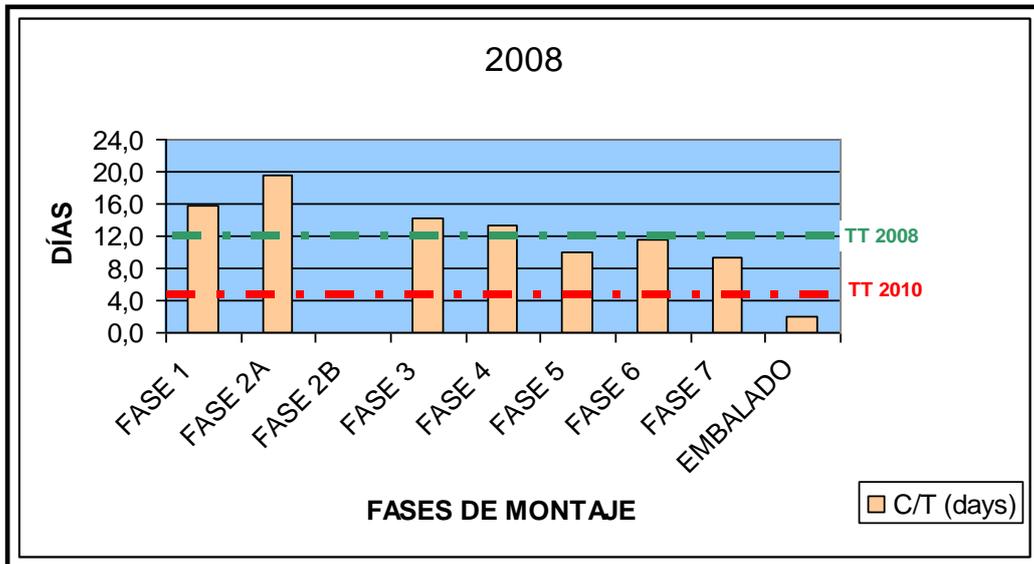
Con esto, se explica que el objetivo del proceso de producción del HTP A380 no es éste en concreto, sino que hay que fijar metas cada cierto tiempo, ya sean semanas, meses ó como en este caso, años. Asimismo la meta a alcanzar actualmente, se verá reflejada en el presente proyecto, teniendo en cuenta que siempre habrá nuevas metas a alcanzar. Esto supone el enriquecimiento de la empresa, tanto interiormente como exteriormente y conlleva a que su competitividad estará siempre a buen nivel.

La meta implantada a alcanzar es la siguiente: de una visión del año 2008, en el que existe 210 días laborables al año, se producen 18 estabilizadores y el takt time (*interpretación de la coincidencia del ritmo de producción con la demanda del Cliente*) es de 12 días, se quiere alcanzar el objetivo de conseguir para el año 2010 la producción de 48 estabilizadores con un takt time de 4.4 días y con los mismos días laborables al año, 210.



Objetivo a alcanzar en el proceso de producción del HTP A380

Esto se puede representar entre fases como:



Representación de las distintas fases del montaje del HTP A380 frente a los días que se consumen en cada una de ellas. Se estima el Takt Time del 2008 y 2010, los objetivos a alcanzar

Siendo C/T, la relación entre:

$$C/T = \frac{\text{Horas del proceso}}{\text{Número de Operarios} \times \text{Horas del Turno} \times \text{Número de Turnos}}$$

Y, por tanto:

$$\text{Horas Reales del Proceso} = \frac{C/T}{\text{Pérdida de Capacidad}}$$

Siendo la pérdida de capacidad el tiempo de operación en el cual no se trabaja a rendimiento máximo y/o capacidad máxima. Esta pérdida de capacidad en cualquier etapa del proceso conduce a la disminución del ritmo de otras etapas.

Esta meta a alcanzar se puede conseguir, y de hecho se está consiguiendo actualmente, siguiendo la filosofía Lean y persiguiendo su pensamiento más importante, la mejora continua. Para ello se realiza un análisis de la situación 2008 (situación inicial de la que partimos) y hacemos dos VSM, tanto de la situación del año 2008, como del 2010 (situación futura, la deseada).

El mapa visual de la situación inicial está representado en la figura 2.1.a. (ver el Anexo). En él se observa que la FAL de Toulouse es la que expone la necesidad de la

demanda del Cliente, a través del C.A.P. (*Component Availability Plan – Planificación de Disponibilidad de Componentes, es un documento de necesidad de fechas*). Éste es recogido por Planificación de Airbus España, que lo vuelca los datos a A.P.C. (*Airbus Plan Component – Planificación de Componentes de Airbus*). El A.P.C. es un soporte informático que ayuda a la realización de la planificación y expone el comienzo y el final de las fechas de entrega de los elementos. También existe esta planificación en papel y en otro sistema corporativo para la gestión de la producción. Con ello se implantan las órdenes de producción.

Con la ayuda de M.R.P. (*Manufacturing Resource Planning – Fabricación de planificación de recursos*), que es un programa informático que realiza un barrido diario y semanal, se actualizan los requerimientos y se crean las necesidades para la petición de materiales. Esta Planificación de Airbus (Puerto Real) está en contacto continuo con el Control de Producción, el departamento de Procurement (*Adquisiciones*) y las distintas plantas suministrables a Airbus Puerto Real; tales como la planta de Airbus Getafe (*suministra los cajones laterales del HTP A380, además de realizar la sección 19 (cola del avión) del A380*), Movable (*en nuestro caso, la Nave 1 de la fábrica de Puerto Real, que suministra los timones del HTP A380*) y los distintos suministradores de equipos.

A su vez, Procurement está en contacto directo con el departamento de Supply Chain (*Cadena de Suministro*), de modo que procurement le transfiere la previsión anual (*forecast anual*), así el departamento de suministro obtiene una planificación de entregas. Asimismo abastece a las distintas fases del proceso de fabricación del HTP A380 según se requiera gracias a la planificación establecida.

De la misma manera, Airbus Getafe abastece a la Fase I (*con los cajones laterales*), los distintos suministradores a las distintas fases y la Nave 1 suministra los timones al final del proceso para su traslado a Toulouse. Gracias a la Planificación Airbus que establece estas fechas por la demanda de la FAL de Toulouse.

En cada fase del proceso se representa dos columnas, lo planificado y lo actual. De modo que se representan:

- C/T planificado y el real. Representado en días. En lo planificado se tienen en cuenta el tiempo de operación y el tiempo en accidentes repetitivos.
- El número de operarios que trabajan en esa fase, así como los turnos. Los operarios se reparten entre las distintas fases donde se trabaja la estructura, en función del aprovisionamiento a tiempo o no de las piezas.
- Up Time (*tiempo rentable*).
- El CO (*Change Over – Horas no Productivas, el óptimo es que sea cero; aquí vienen incluidas las horas de preparación de máquinas y demás*).
- El Rework (*re-trabajos, uno de los desperdicios principales, ver apartado 4.4.7. del presente proyecto*).
- El Waiting Time (*Tiempo de espera*). Es la suma de los tiempos de traslado dentro de las operaciones, más el 5 % de las preparaciones de máquina. En el actual se ha tenido en cuenta el up time del actual.
- Trabajos pendientes.

En definitiva se exponen los días que se tardan en cada fase del proceso, debajo de cada una de ellas. Se observa que en el pre-tratado de la costilla 1 se realiza a la vez que la fase I, se manera que cuando el estabilizador pase a la fase II para la unión entre cajones, la costilla 1 esté lista para situarla y taladrarla correctamente.

Entre cada fase se muestran los elementos que se tienen que tener para realizar la fase siguiente, se manera que entre la fase I y II se necesita un elemento de Front fitting para la realización de la fase II, además de la costilla 1 que se comentó anteriormente. Además existe un término “Inv. (d)” que significa el tiempo invertido en esa fase, en referencia al takt time calculado. Es decir, si se tarda menos de 11.67 días en esa fase, el Tiempo invertido será ($11.67 - \text{Tiempo que se tarda para realizar esa fase}$). De este modo se identifican las fases donde hay que reducir el tiempo de operación, para así reducir el takt time de las fases, y consecuentemente el tiempo de ciclo del proceso.

Debajo de todas las fases, además de presentarse el tiempo total de cada una de ellas, se ha añadido el tiempo entre procesos. Lo ideal es que este tiempo sea nulo, ya que es tiempo que no añade valor al producto. En total representa 108.4 días, siendo el tiempo de ciclo del proceso de fabricación 128.08 días, de manera que en total se tarda 236.46 días. Este tiempo obtiene el objetivo de la FAL de Toulouse, que era de 18 estabilizadores al año, es decir, en 210 días laborables. El takt time era de 11.67

días/avión, debido a la relación entre 210 días laborables y la demanda de 18 aviones al año (estabilizadores para la demanda de Airbus Puerto Real). En la última fase se representa “Ship”, que significa el traslado en barco del estabilizador a la FAL de Toulouse.

El mapa visual de la situación futura (2010) está personificado en la figura 2.1.b. (*ver el Anexo*). En el cual la demanda de la FAL es de 47 estabilizadores al año, en 210 días laborables al año, con las mismas horas por turno. Esto requiere un takt time de 4.47 días por avión. Es decir que el tiempo medio de cada fase sea de 4.47 días, de manera que cada 4.47 días salga un estabilizador de la fase 7.

Del mismo modo se representan todos los aspectos y conceptos anteriormente comentados. Las diferencias principales son:

- ✿ Existencia de un almacén de logística. Esto implica que todas las piezas y elementos que sean requeridos, estén en la fase necesaria en la fecha prevista. Se eliminarían tiempos de espera de proveedores ó de transporte. Pero tendría el inconveniente de que supone un gasto económico mayor, tanto su mantenimiento como su control.
- ✿ Existencia de kits en cada fase. De este modo todos los elementos están cercanos a la fase donde se trabaja. Esto conlleva una disminución del tiempo de operación por desplazamientos, pero añade un estudio sobre la capacidad de la nave y su organización. Actualmente se está analizando, y este estudio se realiza mediante una serie de herramientas Lean que se explicarán en el desarrollo del presente proyecto.
- ✿ Una consecuencia de lo anterior, es que entre fases no se requiere nada, ya que está implantado en cerca de la fase, en la misma nave ó en el almacén de logística. Se reduce el inventario al máximo.
- ✿ Esto implica que el tiempo entre fases se reduzca enormemente, de modo que el tiempo que no aporta valor al producto supone 0.1 días, y no 108.4 días del año 2008.
- ✿ Los conceptos de las fases son los mismos, de modo que el CO (*horas no productivas*) es nulo, así como el de re-trabajos y tiempos de espera.
- ✿ El tiempo de ciclo es de 31.17 días y el takt time de 4.47 días.

En este VSM se representa el takt time y el lead time del año 2009, el cual se ha conseguido, teniendo como objetivo el del año 2010. Durante todo el presente proyecto se establecerán las herramientas y técnicas para conseguir este objetivo, además de las repercusiones positivas que se han alcanzado, las cuales se pueden resumir en estos datos. Todo ello a través de la filosofía de identificación y eliminación de desperdicios de Lean Manufacturing.

3. LEAN MANUFACTURING EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL HTP A380 – CONCEPTO Y APLICACIÓN

Una vez conocido el proceso de producción del HTP A380, se explicará qué es Lean Manufacturing, cuáles son sus aplicaciones y, en definitiva, cómo se aplica en este proceso de producción concretamente. Además de todas las ventajas que aporta y las filosofías o conceptos que implica Lean Manufacturing.

Se debe destacar que la filosofía Lean prosigue inexorablemente su implantación en los distintos centros de Airbus. La búsqueda de la máxima eficacia en todas y cada una de las etapas del proceso productivo es un objetivo común, al que toda la compañía se aplica aunando esfuerzos, desarrollando iniciativas y dando los pasos necesarios para hacer de Airbus una compañía auténticamente Lean.

Por tanto, cabe destacar de esta filosofía dos puntos en el desarrollo de la misma. Uno es la importancia de la implicación de todas las personas, lo cual está relacionado con la comunicación y las relaciones interpersonales de todo el personal. De modo que incita y empuja hacia un pensamiento y entorno de trabajo unido como un equipo con un objetivo común. Viendo, de esta manera, las distintas escalas de la organización como diferentes tareas, pero que pueden llevarse a cabo unidas sin importar el organigrama de la empresa. Simplemente trabajando en equipo para mejorar la calidad del producto con vistas al Cliente.

Por otro lado, la importancia de la realizar seguimiento de los indicadores que vayan guiando la labor del equipo de trabajo y de cuyo análisis vayan surgiendo ideas de mejora que aseguren la continuidad y sostenibilidad de los resultados.

Por último, cabe señalar que para que Lean tenga éxito, es fundamental cambiar la imagen de autoridad por la de liderazgo dentro de la empresa. De este modo se garantiza la existencia de una dirección con disposición a escuchar ideas de los trabajadores para ponerlas en práctica si son aprovechables.

3.1 Lean Manufacturing

Lean es un término inglés que quiere decir “sin grasa”, un filete “lean” no tiene nada de grasa, nada perjudicial, una persona “lean” es atlética, ágil y sana. La fabricación Lean es, por tanto, una fabricación sin grasa, sin desperdicio, sin elementos perjudiciales. La fabricación lean es la fabricación perfecta, sin desperdicios y sin errores. Esto supone un cambio total en la organización. Los términos de esta filosofía se utilizan en su lengua originaria, en japonés, para evitar que las traducciones desvíen conceptos que son esenciales.

La filosofía Lean en una organización conlleva la aplicación de un modelo de gestión que con la ayuda de diferentes herramientas y metodologías de mejora, pretende mejorar el sistema productivo, incrementando la eficiencia de las actividades desarrolladas. Este incremento de la eficiencia se produce por la identificación y eliminación de todas aquellas actividades que no aportan valor al producto.

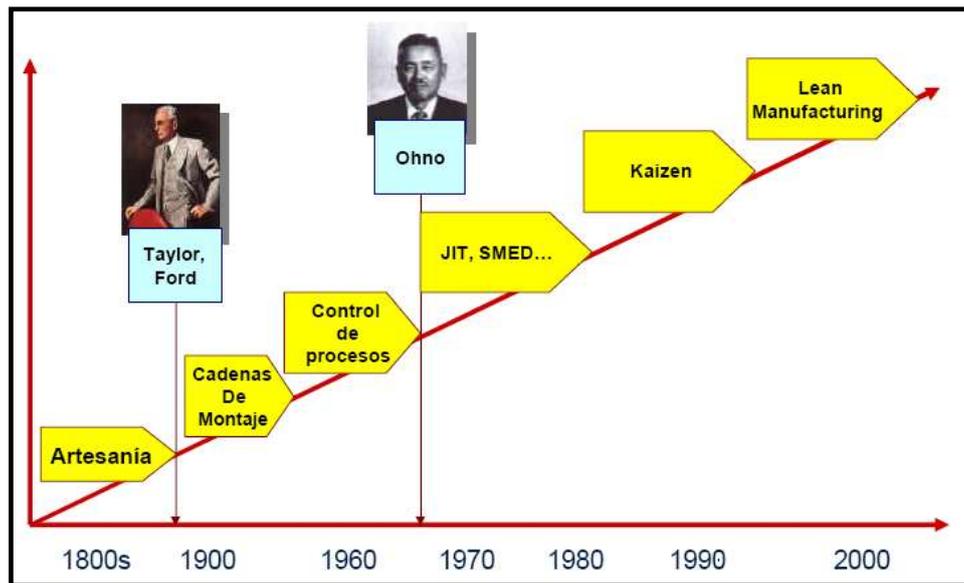
Los orígenes de lean vienen a partir de Taiichi Ohno, considerado el “padre” de la producción moderna, que durante 50 años desarrolló para Toyota lo que hoy se conoce como el Sistema de Producción Toyota (TPS). Mediante la aplicación de este sistema de producción, Ohno consiguió que tras la crisis del petróleo de los años 70, la recuperación de Toyota fuese más rápida y menos dolorosa que para el resto de la industria del automóvil.



Taiichi Ohno

En los años 80, ante la superioridad de este sistema, algunas empresas de Japón, Norteamérica y Europa apostaron por iniciar su aplicación a sus sistemas productivos.

En los años 90, James P. Womack (*actualmente presidente y fundador del Lean Enterprises Institute*) y D.T. Jones (*actualmente presidente y fundador de la Lean Enterprise Academy*), tras un importante trabajo de investigación analizando diferentes topologías de empresas que habían apostado por TPS desarrollado por Ohno, documentaron el sistema de producción, al que llamaron “Lean Manufacturing”, en su obra “*The machine that changed the world*”.



Evolución histórica del concepto Lean

Mediante la aplicación de este sistema y de numerosas aportaciones, estos autores (*Womack y Jones*) afirman que aplicando una producción de flujo continuo en lugar de la clásica producción por lotes, se pueden conseguir resultados espectaculares, como:

- Incremento de la productividad.
- Reducción de las existencias (inventario).
- Reducción de tiempos de producción.
- Reducción de los errores y de los desperdicios para el proceso.

George Koeningsaecher (*presidente de The Hon Company, es una empresa proveedora líder en América del Norte de soluciones de trabajo en oficina*), considerado uno de los mayores implantadores de Lean en el mundo, afirma que las mejoras de la productividad aumentan del orden del 300 al 400 % al pasar de un sistema de producción por lotes a la aplicación de la fabricación Lean, corroborando el pensamiento y los datos recogidos por *Womack y Jones*.

La definición exacta de Lean Manufacturing es:

“Una serie de principios, conceptos y técnicas diseñadas para eliminar el desperdicio y establecer un sistema de producción eficiente, justo a tiempo que permita realizar entregas a los clientes de los productos requeridos, cuando son requeridos, en la cantidad requerida, en la secuencia requerida y sin defectos. Aplicar las prácticas lean es una forma de reducir costes, mejorar los resultados y crear valor para la empresa”

En definitiva se revela una cuestión

¿Qué es el Pensamiento Lean?

Es la creación de un entorno de mejora continua, posibilitando el cambio cuantificable y sostenible, mientras se enfoca en la adición de valor y la eliminación de desperdicios para incrementar la satisfacción y rentabilidad del cliente.

Se puede resumir en cinco principios para llevar a cabo el Lean:

1. Especificación del Valor.
2. Identificación y Creación de Flujos de Valor (VSM – *Value Stream Mapping*).
3. Realización del Flujo de Valor.
4. Producción por sistema Pull (*consiste en eliminar actividades innecesarias del flujo de proceso para aproximarse lo máximo posible a la perfección del proceso de producción in situ, para mayor información apartado “4.17 Implantación del flujo continuo”*).
5. Competir por la Perfección.

Un aspecto importante de la metodología lean es que supone:

- **Aprovechar la inteligencia y creatividad de todos** los implicados en el proceso, por ejemplo agrupando a las personas para estudiar los problemas detectados y buscar soluciones.
- **Adopción de un conjunto de herramientas de mejora**, como las 5 C's, just in time, kanban, dispositivos poka yoke, etcétera.

3.2 Mejora Continua – Kaizen y PDCA

Kaizen. Los orígenes de la palabra Kaizen (*origen japonés*) encontramos que “Kai” significa “cambio” y “Zen” significa “para mejorar”. En resumen, Kaizen literalmente es “cambio para mejorar” ó “mejora continua”. Éste es el objetivo que se persigue con la filosofía Lean implantada en la empresa. Kaizen es una cultura y una filosofía de mejora continua, en otro sentido, trae como consecuencia la disminución del coste aprovechando esta mejora continua. Esta filosofía sirve para cualquier clase y nivel de empresa.

Cuando una empresa entiende e implanta el pensamiento Kaizen es cuando puede alcanzar su nivel de éxito. La dinámica actual de la competencia mundial obliga a las empresas a mejorar de forma permanente los productos y servicios que ofrecen a sus Clientes, así como los sistemas y la organización de la producción, eliminando continuamente los desperdicios e incrementando el valor añadido para sus clientes. Para triunfar en este contexto, las empresas han reconocido la importancia del conocimiento y del desarrollo Kaizen.

El Kaizen implica la involucración de toda la plantilla en esa cultura de mejora continua, pero especialmente a los operarios por ser los verdaderos conocedores del puesto de trabajo. Los elementos dominantes de Kaizen son: calidad, esfuerzo, compromiso de todos los empleados, buena voluntad de cambiar, y comunicación.

Las compañías japonesas hacen diferencias entre: Innovación, una forma radical de cambio, y Kaizen, una forma continua de cambio. Los cinco elementos bases del Kaizen

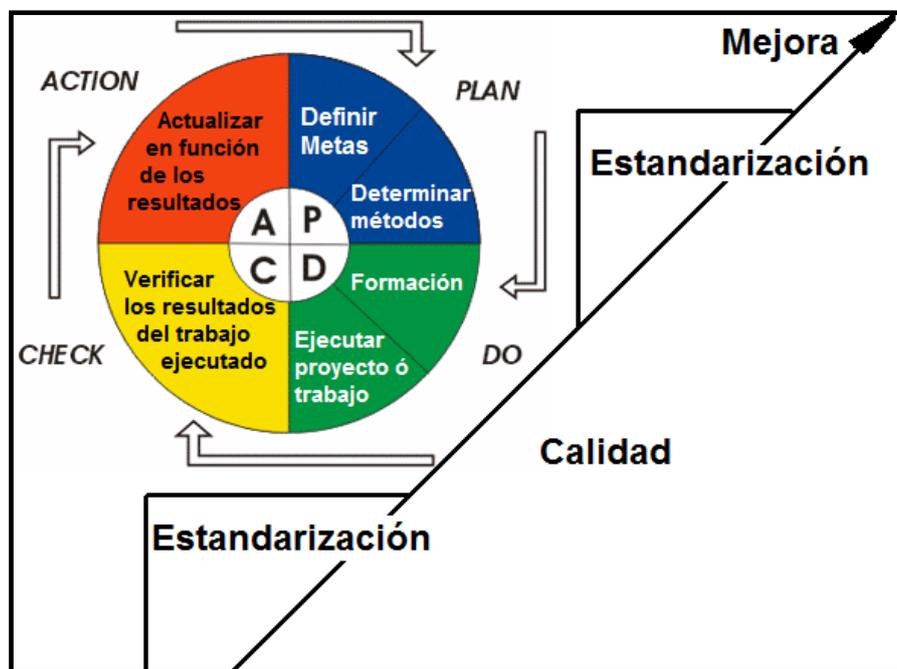
- ✿ Trabajo en equipo.
- ✿ Disciplina personal.
- ✿ Moral mejorada.
- ✿ Círculos de calidad.
- ✿ Sugerencias para la mejoría.

Fuera de estas bases, hay tres factores claves en el desarrollo del Kaizen:

- ✿ Eliminación del desperdicio (*muda*) y de la ineficacia.
- ✿ Las 5C's ó 5 S's.
- ✿ Estandarización.

Todas estas bases se explicarán con mas detenimiento a lo largo del presente proyecto.

PDCA. Estas siglas significan Plan-Do-Check-Action, es decir Planificación-Hacer/Implantación-Verificación-Acción. Es un ciclo denominado como Círculo de control de Deming ó Círculo PDCA y es una herramienta fundamental del control de calidad. El círculo de Deming es un instrumento para llevar a cabo la mejora continua del proceso, tanto de diseño como de fabricación, de la empresa. Este ciclo permite introducir la mejora constante en la forma de trabajar.



Representación del círculo PDCA junto con conceptos muy relacionados al mismo

Los conceptos del círculo de Deming se pueden resumir su función en:

- Ⓢ P (Plan). Consiste en planificar la mejora a acometer, es decir, se fundamenta en la búsqueda de la causa del problema, así como de su solución.
- Ⓢ D (Do). Se basa en “hacer”, es decir, implementar la solución anteriormente definida y seleccionada.
- Ⓢ C (Check). Se comprueba que la solución implantada logra los objetivos deseados.
- Ⓢ A (Action). Se actualiza o institucionaliza la solución que ha demostrado lograr los resultados buscados. Si en la fase C no se logran los resultados deseados,

se debe empezar de nuevo por la fase P, pero con un nuevo planteamiento del problema u otro problema relacionado que ha frenado la mejora del anterior.

En la figura anterior se hace referencia a otros conceptos interrelacionados con el ciclo PDCA. De modo que el camino de la calidad del producto es ascendente, de manera que las mejoras son las que consiguen la mejora de la calidad del producto. Todo ello se puede alcanzar siguiendo el círculo de Deming que está representado como una circunferencia que puede ascender o descender. El ascenso es la meta, puesto que se quiere llegar siempre a la mayor calidad del producto mediante las mejoras, en este proceso de ascenso existen en el “camino” estandarizaciones del proceso. Estos “escalones” se producen por una mejora que se ha conseguido y el círculo queda suspendido en ese nivel de calidad, hasta que una nueva mejora le hace ascender a una calidad mayor. Las estandarizaciones son positivas, en el sentido de que el círculo no desciende y mantiene la calidad del producto. Pero siempre hay que aspirar a la mejora continua.

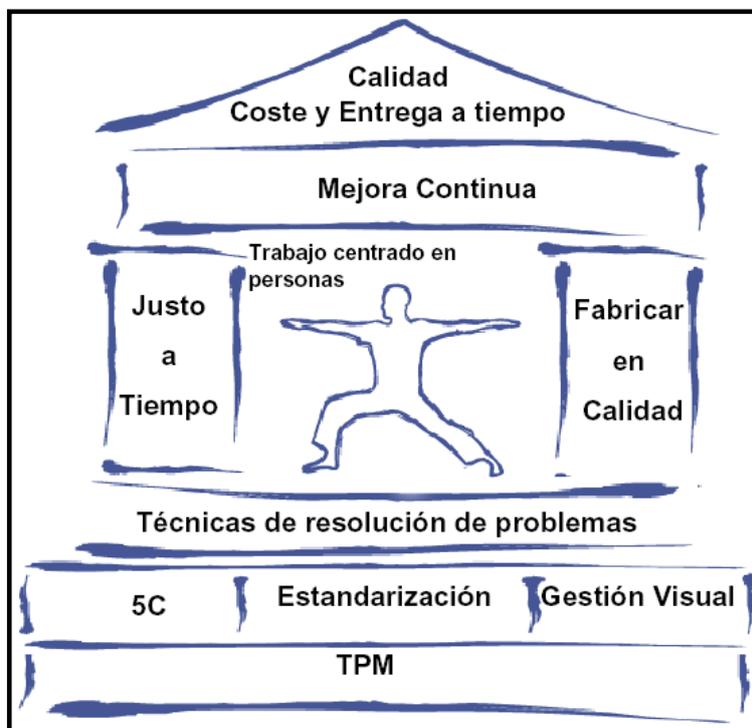
“Mejorar es cambiar; ser perfecto es cambiar a menudo”

Winston Churchill (1874 – 1965)

Político y escritor inglés

3.3 Templo Lean

Para resumir un poco el concepto, tan amplio, del Lean se recurre a lo que se denomina El Templo Lean.



Representación Gráfica del Templo Lean

En la cima está lo que se quiere conseguir fundamentalmente, es decir, la satisfacción del Cliente en forma de la mayor Calidad posible, el menor Coste y la Entrega a tiempo deseado por el mismo. En definitiva, el Lean busca la Mejora Continua del Proceso, a través del ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Action) Planificar-Hacer-Comprobar-Actuar para mantener las mejoras conseguidas. La estandarización es la base de la mejora continua.

Para ello el trabajo de la implantación del Lean está centrado en las personas, todas las personas que influyen de una forma u otra en el proceso de producción (*más adelante se comentará en detalle junto al término de Workshop, apartado "4.15. SOI's – Standars Operations Instructions"*).

Para la mejora continua hay que tener en claro dos conceptos importantes: Just in Time (*Justo a tiempo*) y First Time Quality (*Calidad en la fabricación a la primera*).

- Just In Time (J.I.T.). Las siglas J.I.T. se corresponden a la expresión anglosajona “Just In Time“, que puede traducirse como “Justo A Tiempo“. Y precisamente la denominación de este novedoso método productivo indica su filosofía de trabajo: “las materias primas y los productos llegan justo a tiempo, bien para la fabricación o para el servicio al cliente“.

El método J.I.T. explica gran parte de los actuales éxitos de las empresas japonesas, sus grandes precursoras. Su base fundamental es la reducción de los “desperdicios“, es decir, de todo aquello que en general no aporta valor añadido al producto, y, más en particular, de los colchones de capacidad almacenados en los inventarios. De esta forma, la primera consecuencia positiva del J.I.T. es la cuantiosa reducción de los costes de inventario, desembocando en una mejor producción, una mejor calidad, etc.

Sin embargo, no debe entenderse el sistema J.I.T. como un paquete de software que gestiona los puntos de pedido, como el MRP (Material Resource Planning: Planificación de Recursos de Materiales), sino como una filosofía, ya que no únicamente afecta al proceso productivo, sino que también lo hace directamente sobre el personal, la forma de trabajo, los proveedores, etc. Esta filosofía se basa principalmente en dos expresiones que resumen sus objetivos, “el hábito de ir mejorando“ y la “eliminación de prácticas desperdiciadoras“. El J.I.T. busca que continuamente se intente hacer las cosas mejor, eliminando todo aquello que no aporte valor al producto.

- First Time Quality (F.T.Q. - Calidad en la fabricación a la primera). El objetivo es conseguir la calidad deseada a la primera a través de la prevención y eliminación de desperdicios (quejas de clientes, calidad de proveedores, reproducción, reparaciones e inutilidades) creando una sistemática de resolución rápida de problemas para conseguir la satisfacción de los clientes internos y externos. Para ello se utiliza la herramienta QVC (Quality, Volume, Cost) Calidad-Volumen-Costes, así se establece como prioridad la calidad para después abordar el volumen de las entregas y como última instancia los costes. Se abordará este tema más adelante y con más detalle (*apartado*“4.7.1. FTQ – First Time Quality – Calidad a la Primera“).

Estos dos pilares (J.I.T. y FTQ) están embargados por las Técnicas de Resolución de Problemas, más comúnmente dicho como las Técnicas para la Optimización del Proceso en el Lean. Como se han comentado anteriormente, el Lean busca como objetivo primordial la mejora continua, para ello se debe diagnosticar los problemas que surjan, plantearlos de manera objetiva, ver las distintas soluciones eficientes económica, técnica y legalmente para luego tener una fase de implantación de las mejoras. Para todo ello, se utilizan una serie de herramientas o técnicas que se ponen en prácticas, y como está resumido en el Templo del Lean, se pueden clasificar en tres grandes grupos que están dentro de lo que se denomina TPM (*Total Productive Maintenance* Mantenimiento Productivo Total). Entre ellos destaca:

- ⇒ Las 5 C's – Clearout & Classify, Configure, Clean & Check, Conformity, Custom & Practise (*Organización y eliminación de elementos innecesarios, Orden, Limpieza y Comprobación, Estandarización, Hábito y costumbre*).
- ⇒ La Estandarización (SOI – *Standar Operations Instructions*)
- ⇒ La Gestión Visual.

Se expondrá cada término de lo comentado con más detalle a lo largo del presente Proyecto.

3.4 ¿Porqué Lean Manufacturing?

Existen numerosas herramientas, metodologías y sistemas que permiten identificar oportunidades de mejora en los procesos, pero ¿qué metodología utilizar? ¿qué herramientas pueden servirnos para mejorar nuestros procesos? ¿Utilizamos Seis Sigma como metodología de mejora de procesos? ¿Utilizamos Lean Manufacturing? ¿Tenemos que acudir a herramientas tan avanzadas?. En este apartado se responderá a estas cuestiones.

Comprender cuándo aplicar una u otra herramienta de oportunidad de mejora es la clave del éxito de una empresa. El comité de mejora de la empresa (ALPS) (las personas que identifican las mejoras a ser tratadas por los equipos de mejora - OSP, Ingeniería de Procesos, Logística, etcétera -) debe guiar a los empleados en seleccionar proyectos adecuados y asegurar que sus acciones están relacionadas.

Se debe poner en marcha los mínimos recursos de mejora y alcanzar los máximos resultados, por tanto es necesario utilizar estos recursos en las oportunidades de mejora que vayan a tener el mayor impacto dentro de la empresa. Es, por tanto, necesario entender Seis Sigma, Lean Manufacturing, los Grupos de mejora y otras estrategias de mejora y la integración de esas herramientas dentro de la empresa.

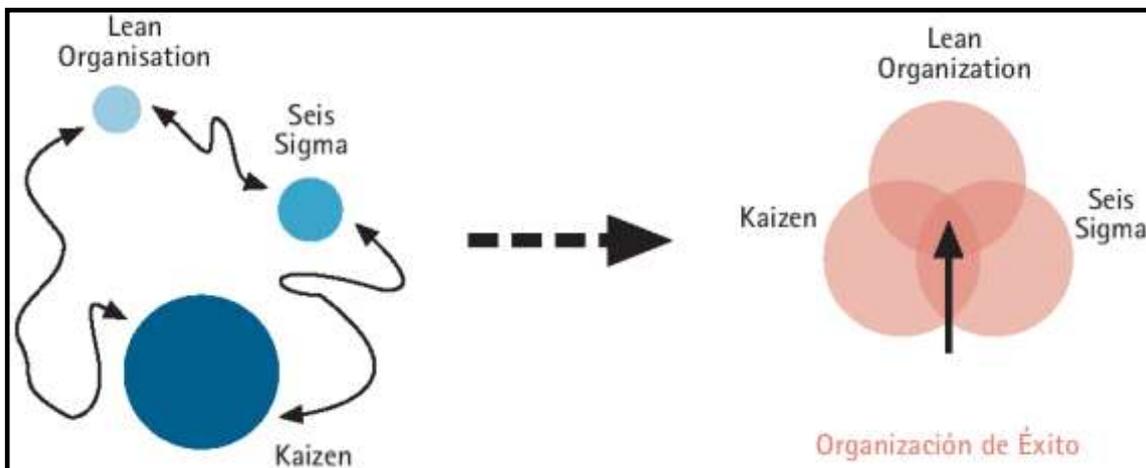
Para todas las herramientas de mejora se requiere tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Liderazgo, creatividad e innovación. Alinea la estrategia de mejora y su despliegue. Deben ser el catalizador y por tanto el conductor de la mejora dentro de la empresa.
- Trabajo en equipo e involucración de los empleados.
- El bucle de la mejora. Relaciona la estrategia de mejora y la mejora realizada por el operario del proceso. La medición del proceso permite entender la relación causa-efecto entre las acciones realizadas y los objetivos de mejora globales. La utilización de herramientas sencillas de mejora tales como tormentas de ideas son suficientes para identificar las causas de un problema y darle solución.

Lean Manufacturing se centra en la velocidad como elemento principal, en la reducción de los desperdicios (actividades que no aportan valor al proceso) (a través del análisis de los 7 Desperdicios) la estandarización de las actividades y la “flexibilidad” de la producción. Aunque la metodología Lean se aplica fundamentalmente en la cadena de producción, también es posible aplicar esta filosofía en procesos no productivos.

Seis Sigma es aplicable a aquellas oportunidades de mejora de mayor impacto debido a que estas oportunidades están ocultas en los procesos de la empresa y para su desarrollo es necesario utilizar herramientas estadísticas avanzadas. Seis Sigma es una metodología basada en datos que busca la perfección en toda la empresa. Seis Sigma observa todos los procesos de la organización con un microscopio, no obstante en ocasiones no es necesario esto para solucionar un problema. Debe utilizarse solamente cuando la solución no sea ya conocida al inicio del proyecto; si fuera así, no sería adecuado aplicar Seis Sigma: Lean Manufacturing o los Grupos de Mejora serían más apropiados y, sobre todo, más rápidos.

La selección de una sola metodología para utilizarla en la mejora de procesos de la organización es un error. Los Grupos de mejora, Seis Sigma o Lean Manufacturing no son más que herramientas de mejora, las cuales se pueden complementar o utilizar cada una de ellas cuando haga falta.



Relación íntima entre Kaizen (mejora continua), Seis Sigma y Lean

3.5 Beneficios de la Utilización del Lean Manufacturing

Los beneficios que aporta el procedimiento Lean al sistema de producción son innumerables, como se ha comentado en los puntos anteriores, Lean añade la mejora continua del proceso de producción con todo lo que ello conlleva. Es una manera de entender qué desperdicios hay en el proceso, analizarlos de forma que se comprenda por qué esos desperdicios conducen a una baja operatividad y funcionamientos para poder así eliminarlos. Esta eliminación implica trabajar menos tiempo, más rápido y más económicamente viable para el objetivo del producto deseado por el cliente.

Para ello se utilizan múltiples herramientas, tales como la estandarización, el proceso PDCA, el Takt Time, Just in time, las 5 C's, etcétera y otras muchas que se explican en el presente Proyecto.

El enfoque tradicional que se utilizaba era el análisis del proceso desde un punto de vista de las actividades con valor añadido. Esto significaba que la mejora consistía en añadir mas personal, mayor maquinaria, aumentar el tiempo de trabajo e intensificar esa jornada laboral. No se analizaba el proceso en su conjunto, partiendo de la identificación de los frenos o desperdicios que ocasionaba un proceso menos viable, técnica y económicamente hablando.



Definición gráfica y breve del concepto Lean

Empresa Tradicional	Empresa Lean
<i>Desordenada y desorganizada</i>	<i>Limpia y bien organizada</i>
<i>Controles de Producción complejos</i>	<i>Controles visuales</i>
<i>Procesos no enlazados</i>	<i>Células y trabajo en grupo</i>
<i>Flujo Complejo</i>	<i>Sistemas Pull y flujo visible</i>
<i>Soporte insuficiente y lejano</i>	<i>Soporte cercano</i>
<i>Muchas piezas en proceso</i>	<i>Piezas en proceso limitadas y controladas</i>
<i>No sentimiento de propiedad</i>	<i>Involucración en el proceso</i>
<i>Muchas verificaciones</i>	<i>Sistemas anti-error "poka yoke"</i>
<i>Respuesta lenta a cambios</i>	<i>Continuamente cambiando y mejorando</i>

Tabla comparativa entre la empresa tradicional y la empresa Lean

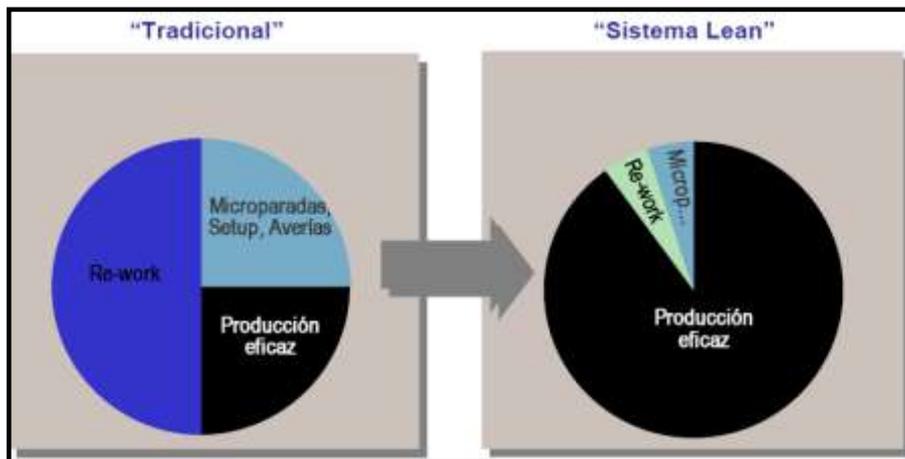


Gráfico comparativo general de la filosofía tradicional y el sistema Lean

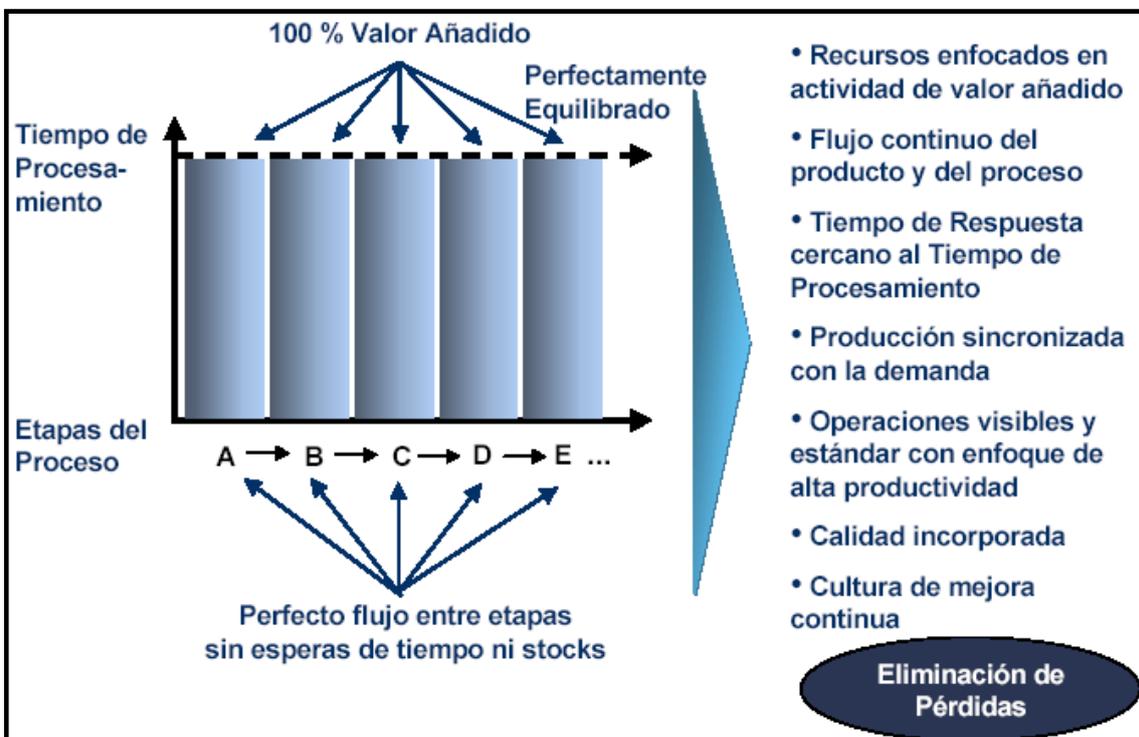
El sistema lean aporta ese análisis de los desperdicios, identificándolos, estudiándolos y eliminándolos, de una manera fácil y con la implicación de todos los sectores del proceso productivo. Esto no sugiere que no se estudia los demás campos, como los que tienen valor añadido, sólo apunta a la mejora del proceso en todos los campos posibles, partiendo en primer lugar de los desperdicios o frenos que ocurren en el mismo.

Algunos de los beneficios de aplicar la metodología Lean son:

- ✿ Reducción de los costes de producción.
- ✿ Reducción de los inventarios.
- ✿ Reducción de los tiempos de entrega.

- Mejor calidad en el proceso de producción y, por tanto, en el producto.
- Menor mano de obra con mayores resultados.
- Mayor eficiencia de equipo.
- Disminución de los desperdicios.
- Disminución de la sobreproducción.
- Disminución de los tiempos de espera (*retrasos*).
- Optimización del transporte y de los movimientos.

Cabe destacar que la metodología Lean ha despertado en general gran interés en el mundo empresarial, fundamentalmente porque prevé aprovechar al máximo todos los recursos de una empresa, además de un enriquecimiento continuo a lo largo de la cadena de valor. El estado ideal de un proceso tras aplicar la metodología Lean sería:



Estado Ideal de un Proceso de Producción con la aplicación de la metodología Lean

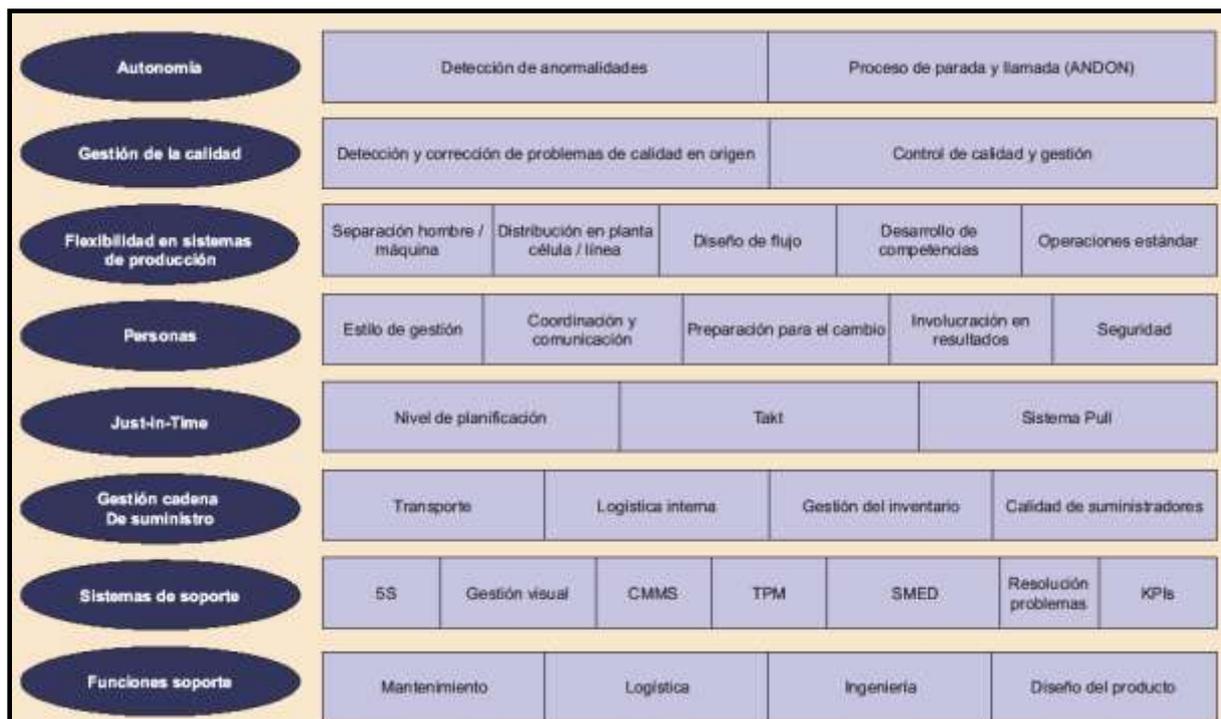
4. LEAN MANUFACTURING EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL HTP A380 (ALPS) – HERRAMIENTAS OSP (OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN)

4.1 ALPS – Airbus Lean Production System

ALPS es la puesta en marcha o aplicación de los principios y herramientas de Lean Manufacturing en todas las plantas Airbus (*ver figura 4.1.a.*).

El primer paso consistió en determinar hasta qué punto era “lean” cada una de las plantas, mediante la realización de auditorías, midiendo y puntuando una serie de indicadores como Gestión de la Calidad, Personas o Gestión de la Cadena de Suministro, entre otros. Estas puntuaciones ayudaron a detectar cómo estaba cada planta respecto a lean y de paso, se identificaron los centros con “mejores prácticas” a fin de facilitar el flujo de conocimiento entre las distintas plantas. En este proceso se auditaron un total de 19 centros de Airbus y sobre un máximo de 5 puntos, la media total fue de 2.85 (*ver figura 4.1.b.*). En España, se empezó a trabajar en ALPS en Getafe en febrero de 2008, desde entonces se está trabajando en todas las plantas españolas, incluida Puerto Real. Se trata de un proceso en el que actualmente se está llevando a cabo y que está funcionando en un gran proceso productivo.

Figura 4.1.a. Resumen general de las principales herramientas de Lean



Siendo, algunos de esos términos:

JUST IN TIME – Justo a tiempo - asegura los requerimientos del Cliente en referencia al tiempo de entrega, a la cantidad exigida y a la calidad deseada del producto. Una de las mayores de sus consecuencias es la reducción del inventario.

ANDON – Abnormality detection score line stop & call. Proceso de detección de anomalías de parada y llamada. Consiste en un control visual que permite que las condiciones anormales destaquen por una reacción rápida, usada incluso cuando esas condiciones han sido causadas por otros (calidad del proceso anterior, escasez logística...).

TAKT – Es una palabra que viene del alemán que significa “compás”. El tiempo TAKT hace coincidir el ritmo de producción con la demanda del cliente. El cumplimiento del tiempo TAKT garantizará la satisfacción del cliente mediante la entrega a tiempo.

SISTEMA PULL – Literalmente significa “Sistema Tirar” y consiste en eliminar actividades innecesarias del flujo de proceso para aproximarse lo máximo posible a la perfección del proceso de producción in situ.

5 S – Herramienta Lean que ayuda a su implantación, siendo las 5 S, las 5 C’s en la traducción del japonés al inglés y serían: Clearout & Classify (Clasificación y Descarte), Configure (Orden), Clean and Check (Limpieza), Conformity (Estandarización) y Custom & Practise (Sostenimiento y/o Hábito).

CMMS – Computerized Maintenance Management System, Gestión de Mantenimiento asistido por ordenador (GMAO).

TPM - Total Productive Maintenance – Mantenimiento Productivo Total.

SMED – Single Minute Exchange of Die – Cambio en pocos minutos. Es un método que analiza y reduce el tiempo necesario para cambiar un proceso, es decir el tiempo desde que se produce una pieza ó producto correcto hasta que se produce la siguiente.

KPI’s – Key Performance Indicators – Indicadores Clave de Desempeño – son calibradores cuantificables que una empresa puede utilizar para medir su servicio. Pueden ser financieros y no financieros.

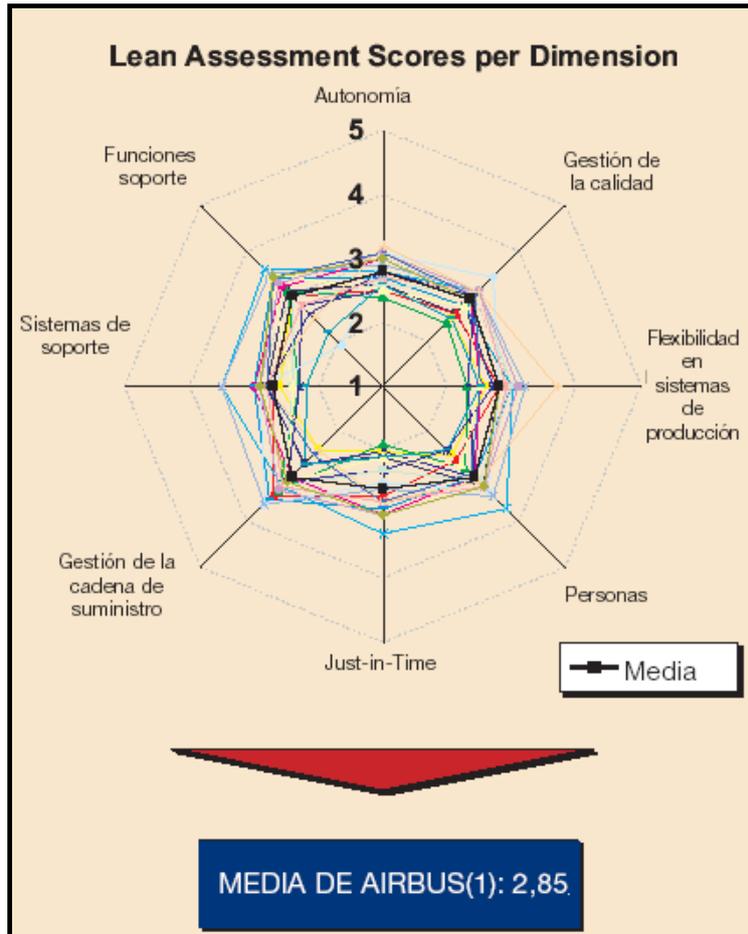


Figura 4.1.b. Resultados de Auditorías de evaluación para la implantación de Lean en Airbus. Datos de Diciembre de 2007

La implementación de ALPS está llevada a cabo por un equipo que está integrado por representantes de todas las áreas: Producción, Ingeniería de Fabricación, Diseño, Calidad, Logística, Mantenimiento, Control de Producción, Planificación, etcétera. Este equipo está gestionado por un líder local que reporta al director de la planta y está apoyado por unos expertos Lean y unos agentes de cambio. Para la implantación se llevaron a cabo una serie de actuaciones, para luego seguir los pasos para la implementación. Las actuaciones que se comenta fueron:

- ⇒ Análisis de valor. Durante esta etapa se realizó una revisión detallada de las tareas de cada área piloto clasificando las operaciones por Valor Añadido y No Valor Añadido. Se identificaron actuaciones para reducir o eliminar las actividades sin aporte de valor. Además se realizó un diagrama de proceso indicando la secuencia de operaciones, diagramas de precedencia, número de operarios y herramientas necesarias.

- **Valor Añadido.** Cualquier proceso que cambie la naturaleza, forma ó características del producto, en línea con los requerimientos del cliente.
- **No Valor Añadido.** Cualquier actividad que no añada valor al producto, pero es esencial considerando los métodos y tecnologías actuales.
- **Desperdicio.** Cualquier actividad no esencial que no añade valor al producto. Esta actividad, por lo tanto, puede ser inmediatamente eliminada.

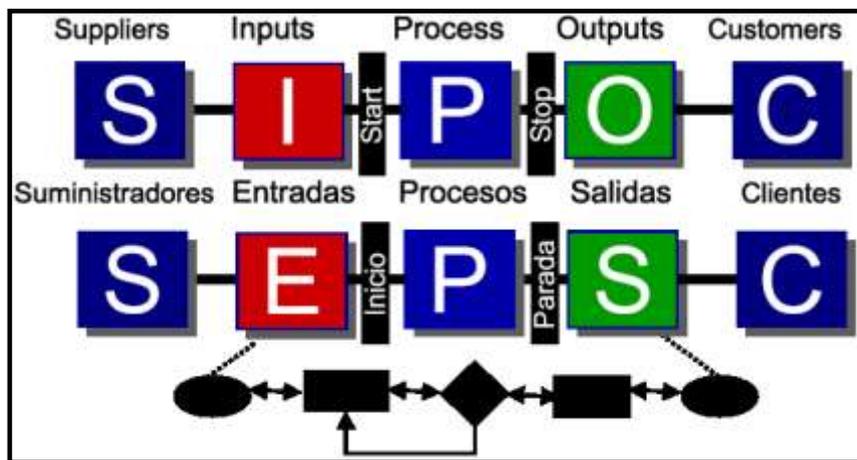
El objetivo de Lean Manufacturing es Mejorar la cadena de valor eliminando los desperdicios.

- ⇒ Gestión de Kits. Se ha establecido un criterio de aprovisionamiento basado en el aprovisionamiento por grupo de operaciones en función del consumo y se han diseñado un conjunto de carros para suministrar las piezas por grupo de operaciones.
- ⇒ Equilibrado de la línea del proceso de producción. Se ha rediseñado el funcionamiento del montaje, pasando de una distribución por fase (unión, preequipado y equipado) a un modelo de línea ó fase (L1, L2, L3, L4 y L5). Se calcula el takt-time en función de la demanda, turnos y actividad y se ha creado un estándar de operaciones (SOI) por puesto de trabajo u operación concreta para cumplir con este takt-time.
- ⇒ Implantación de las 5 C's. Con la ayuda de los operarios, a los que previamente se les dieron unas sesiones formativas, se revisaron las áreas piloto con el fin de identificar las necesidades reales de armarios, útiles, herramientas, etcétera, con el fin de eliminar las innecesarias o redundantes y proporcionar las que se necesitaban y no existían. Además se han colocado los armarios y mesas de trabajo en los lugares más próximos a su uso. Más adelante se explicará con más detalle la herramienta de las 5 C's.
- ⇒ Gestión de la Planta. Se ha realizado el diseño de un panel de información que se instaló en el taller y se actualiza diariamente, para facilitar la gestión de la planta tanto a los propios operarios como a los responsables del taller. Dicho panel contiene información relativa a seguridad, calidad, coste, entregas y personas (SQCDP en sus siglas en inglés). También se anotan las incidencias ocurridas en cada turno y todo servirá como fuente de información para los grupos de mejora continua, responsables de su análisis y del lanzamiento de acciones para su resolución, así como para la mejora de los índices.

⇒ Sistema de respuesta rápida. Actualmente se está trabajando en el diseño de una operativa de respuesta ágil y rápida ante las incidencias en el montaje, en el momento en que éstas se produzcan. Así se están identificando componentes del equipo de respuesta rápida, alcance de actuación, ubicación en el taller, manual de experiencia según las incidencias, operativa de aviso al equipo y otros factores. Los siguientes pasos consisten en la puesta en marcha de todas las acciones que se han diseñado en las áreas piloto y su extrapolación al resto de áreas (parte de este proceso se representa en el presente Proyecto). A partir de ese momento, el verdadero reto será su mantenimiento y consolidación en el tiempo. Además estará en continuo cambio de la mano del grupo de mejora continua (Grupo de Optimización del Sistema de Producción, OSP, con el que se ha trabajado conjuntamente para la realización de este Proyecto) y de todas aquellas personas que de alguna forma participan, aunque sea de forma más indirecta, en el proceso productivo.

4.2 Proceso de Implantación de Lean

Si se plantea qué se tiene que hacer, la respuesta es que se tiene que hacer justo lo que pida el cliente.

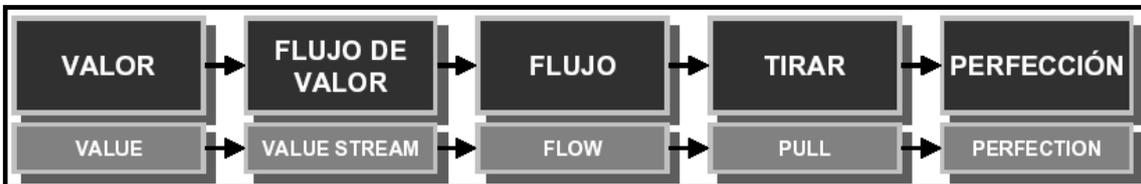


Etapas del proceso de producción a tener en cuenta en la implantación Lean

Es decir, se conoce lo que entra a través de los suministradores, se conoce lo que el cliente desea, cómo lo desea y cuándo lo desea. El Lean tiene como objetivo mejorar el Proceso que está entre estos dos puntos a través de la eliminación de los desperdicios y la mejora continua.

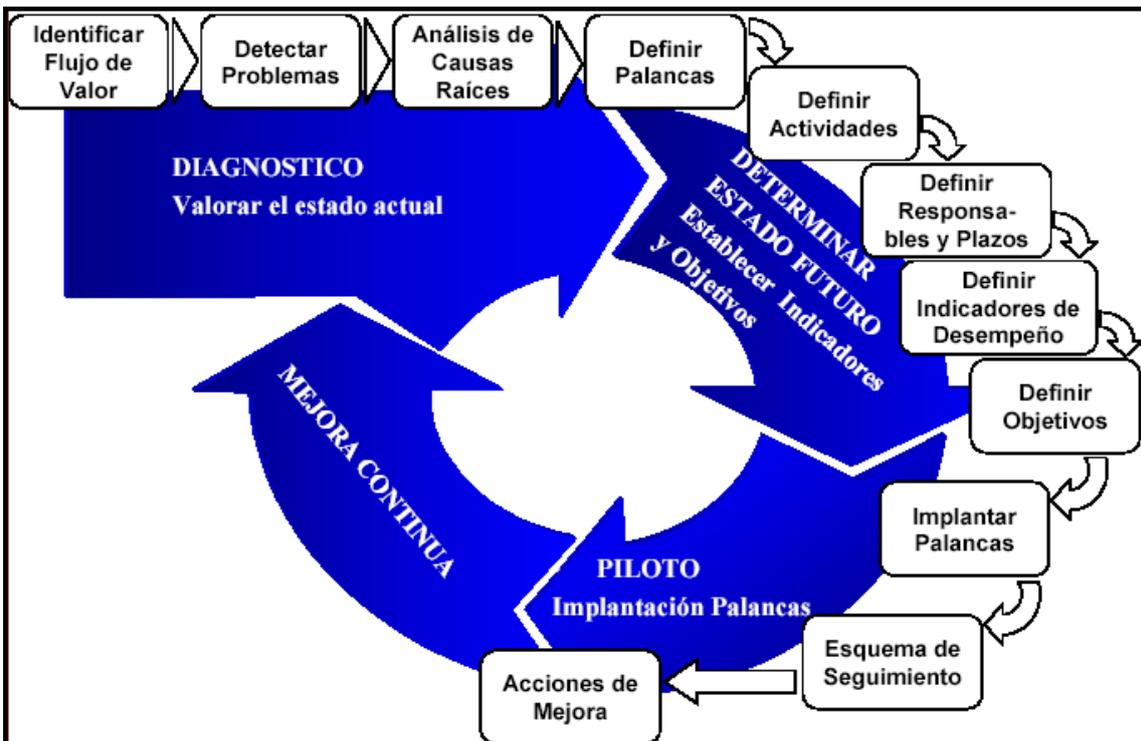
Para esta implantación, el Lean (conjuntamente ALPS) sigue unos pasos:

- ✿ Especificación de Valor. Significa el conocer qué, cómo y cuándo quiere el cliente el producto.
- ✿ Identificación del Flujo de Valor. Debe poner en conocimiento qué operaciones debe seguir el producto para que llegue al cliente.
- ✿ Conseguir Flujo. Su misión es detectar los frenos para poder eliminar todo aquello que detiene al producto, es decir, eliminación de desperdicios.
- ✿ Implementar Pull. Disminuir el plazo de entrega, el Lead Time (Tiempo de Ciclo).
- ✿ La Perfección. La mejora continua, nunca se acaba las mejoras del proceso.



Pasos que hay que seguir para la implantación de Lean en cualquier alcance

Las fases de la implantación Lean Manufacturing, aplicables a todos los Procesos, son: Diagnóstico, Desarrollo, Implantación y Consolidación del proceso.



Fases de la Metodología Lean

1. Fase de Diagnóstico. Se realiza un estudio del estado actual, teniendo en cuenta que se debe realizar la valoración desde el punto de vista del Cliente. Se identifica la corriente de valor del proceso y se distinguen los problemas ó pérdidas (*pasos que no añadan valor al producto*). Por último se analizan las causas de estos problemas. En este último paso pueden ser útiles varias herramientas.
2. Fase de Determinación del Estado Futuro. A partir de las causas identificadas, se definen las actuaciones que permitan avanzar hacia la eliminación de pérdidas y hacia la mejora. Se deben indicar las personas responsables de la implantación y los plazos de las mejoras, así como los pasos a seguir para dicha implantación y los objetivos a alcanzar. En esta fase se utilizan muchas herramientas y metodologías lean como la gestión visual, el flujo de información continuo a todo el personal, estudio del tiempo takt, implementación de operaciones estándar (SOI), formación, etcétera.
3. Fase Piloto. Se desarrolla la implantación de las metodologías definidas en la etapa anterior. En esta fase es preciso realizar el seguimiento de los indicadores y establecer acciones de mejora para que no suponga un freno cualquiera de estas acciones. Una herramienta útil son los paneles de acción y cuadros donde se registran las acciones planificadas y seguidas día tras día y semana tras semana.
4. Fase de Mejora Continua. En esta fase se analizan y aplican las sugerencias de mejora de forma continua. Se deben ir aportando nuevas ideas en las reuniones periódicas y alcanzar el seguimiento continuo manteniendo el equipo Lean. De ahí proviene que la metodología Lean no es una filosofía que debe utilizarse puntualmente en una organización y luego abandonarse, sino que debe aplicarse de forma continua en el tiempo, por ello se ha representado como un ciclo en la figura anterior.

Para la eliminación de los frenos, ya sean tiempos muertos o actividades innecesarias, se analizaron según los 7 Desperdicios (Transporte innecesario, Inventario, Movimiento innecesario, Espera, Sobreproducción, Sobreproceso, Inutilidades-Defectos-Retrabajos).

4.2.1 Seguimiento Semanal de Implantación del Lean Manufacturing por ALPS

El objetivo del seguimiento semanal, por parte de ALPS, del lean en el proceso de producción es la estandarización de las tareas que se realizan para el seguimiento semanal en las Salas Lean para todas las fases de Implantación de Lean Manufacturing en el área de montaje del HTP A380 (en este caso concreto). Siendo éstas, las anteriormente comentadas: Diagnóstico, Desarrollo, Implantación y Consolidación del proceso según el procedimiento de la reunión semanal.

El Procedimiento a seguir es una reunión semanal convocada por el ALPS Leader (Líder Local de ALPS) de la planta y asiste:

- Director de la Planta.
- ALPS Leader.
- Jefe de Proyecto.
- Los Jefes de los 3 grupos:
 - Optimización del Proceso de Montaje.
 - Optimización del Abastecimiento a la Línea.
 - Optimización del Sistema de Gestión.
- Los Agentes del Cambio.
- Los Expertos Lean.

La Reunión es de máximo una hora y cada responsable del grupo revisará su Panel de Seguimiento Semanal según su Mapa de Ruta.

La información que facilitará el jefe de proyecto en la reunión semanal será breve y concreta sobre los aspectos que se enumeran y en ese orden:

- Definición de los objetivos.
- Asistencia. Puntualidad.
- Recordatorio de las normas a seguir y objetivos a cumplir.
- Actualización de los impresos Lean.
- Impulsar el cumplimiento de las tareas.
- Verificar Mapa de ruta Lean (TIP).
- Repaso y actualización de las 5 Box's (cajas).
- Abrir la hoja de solución de problemas.
- Comprobar las acciones con más de una semana de atraso.

- Observar las actividades planificadas, analizando los problemas y tomando decisiones. Solicitando opiniones en un clima adecuado, el Brainstorming (tormenta de ideas) es una buena herramienta para generar ideas.
- Confirmación del proceso. Definición de los frenos (actualizando en las 5 box's), ordenación de cada situación con la ayuda del diagrama de Ishikawa (diagrama causa-efecto). Determinación de las posibles causas de los problemas y, por último, decisión a cargo de todo el grupo.

En la figura 4.2.1.a. se muestra las actividades diaria y semanal del grupo ALPS (*con ayuda de otros como el de FTQ*) tiene que llevar a cabo mediante dicho seguimiento.

4.3 OSP – Optimización del Sistema de Producción del HTP A380

El equipo de Optimización del sistema de producción (OSP) del HTP A380 en Puerto Real consta de:

- Líder:
 - José M^a Delgado Grosso.
- Agente de Cambio:
 - Raúl Román Romero. *(Perteneiente a “ALPS”)*
 - Lorena Campos Chirino. *(Perteneiente a “ALPS”)*
- Integrantes:
 - M^a Ángeles Martín Arrazola. *(Perteneiente a “Ingeniería de Procesos”)*
 - Sarah Arteaga Praga. *(Perteneiente a “Calidad”)*
 - Daniel García Fernández. *(Perteneiente a “Programas”)*
 - José Cortina Roca. *(Perteneiente a “Taller/Producción”-Jefe de Taller)*
- Equipo de Apoyo:
 - Juan Bilbao Barro. *(Perteneiente a “Taller/Producción”-Jefe de Taller)*
 - Eduardo Nowell Ferrer. *(Perteneiente a “Taller/Producción”-Operario Especialista)*
 - Manuel Gómez Sánchez. *(Perteneiente a “Ingeniería de Utillaje”)*
 - Ekaitz Ortiz de Mendibil Romo. *(Perteneiente a “Ingeniería de Procesos”)*

El presente Proyecto está estudiado, analizado y elaborado dentro de este equipo de trabajo.

El objetivo principal del grupo OSP es:

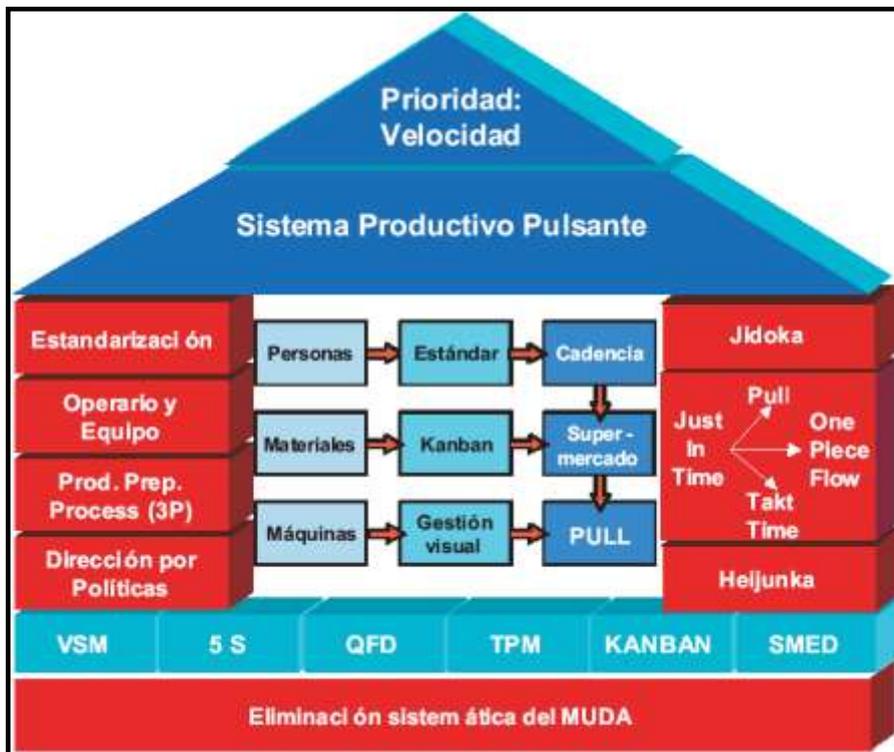
“Adecuar el Proceso de Montaje del HTP A380 a los Requerimientos del Cliente en Calidad, Entregas y Coste, mediante la Optimización del Sistema de Producción”

El grupo OSP del HTP A380 tiene apoyo y respaldo de multitud de departamentos, de manera que cumple con uno de los pilares de la filosofía Lean. Los Departamentos en colaboración paralela con el Grupo OSP del HTP A380 son principalmente:

- Ingeniería de Procesos.
- Producción / Taller.
- Calidad-Verificación / Taller.
- Ingeniería de Automatización.
- Calidad.
- ALPS.
- Ingeniería de utillaje.
- Procurement (*Adquisiciones*).

El índice o etapas que persigue el grupo OSP en el seguimiento de la implantación del Lean en el proceso de producción del HTP A380, son los ítems ó capítulos que persigue el TIP (Tactical Implementation Plan). (*Más información sobre el TIP en el apartado 4.12 del presente proyecto*).

Para poner en práctica el funcionamiento del grupo OSP, se expondrá los términos principales del Lean Manufacturing y la influencia en el mismo. Comenzando por los 7 Desperdicios. En la figura siguiente se enfoca el TPS (*Toyota Production System – Sistema de Producción de Toyota*; se recuerda que los orígenes de la producción Lean se desarrollaron en los años 50 por Taiichi Ohno para la empresa Toyota).



Representación Gráfica de los conceptos principales que envuelven al sistema TPS

La mayoría de estos términos se explican en el presente proyecto, pero de todos modos se expondrá el significado de los conceptos brevemente:

SISTEMA PRODUCTIVO PULSANTE – implica que toda la estructura productiva “late” al ritmo de cantidades, variedades de productos y tiempos, como requiere el mercado.

3 P – Production Preparation Process – Preparación del proceso de Producción. Con 3P, los equipos pasan varios días dedicándose a desarrollar múltiples alternativas para cada etapa del proceso y evalúan cada alternativa frente a la elaboración de las razones (por ejemplo, designación del tiempo TAKT) y al coste elegido. El objetivo general es desarrollar un proceso o un producto de diseño que satisfaga mejor las necesidades de los clientes en la "forma menos residuos".

VSM – Value Stream Mapping – Mapa de Flujo de Valor.

QFD - Quality Function Deployment – Despliegue de Funciones de Calidad.

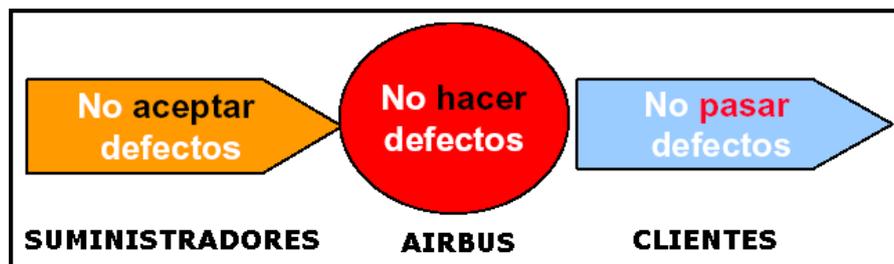
KANBAN - herramienta usada para ayudar al sistema Just In Time y su significado literal es “panel de señal” (“sign board”). Identifica qué se necesita, cuándo se necesita y en qué cantidad se necesita en el proceso de producción.

HEIJUNKA - Producción Nivelada. Es una técnica que adapta la producción a la demanda fluctuante del cliente. La palabra japonesa Heijunka significa literalmente "haga llano y nivelado". La demanda del cliente debe cumplirse con la entrega requerida del cliente, pero la demanda del cliente es fluctuante, mientras las empresas prefieren que ésta esté “nivelada” o estable. Un fabricante necesita nivelar estas demandas de la producción.

ONE PIECE FLOW – Flujo de una sola pieza. Es cuando las partes están, cada una de ellas, hechas al mismo tiempo y aprobadas en el siguiente proceso.

JIDOKA - Permite que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad. Si existe una anomalía durante el proceso, este se detendrá ya sea automática o manualmente, impidiendo que las piezas defectuosas avancen en el proceso. Mejora la calidad en el proceso ya que solo se producirán piezas con cero defectos.

La regla de oro de Airbus, atendiendo a la filosofía seguida del Lean es:



Resumen centrado en los defectos del proceso productivo. Visión ideal

“Mediante la calidad total y con la participación de todos los empleados, incluido el presidente, cualquier compañía puede crear mejores productos o servicios a menor coste, aumentar las ventas, mejorar beneficios, convirtiéndose así en una organización mejor.”

Kaoru Ishikawa (Japón, 1915 – 1989)

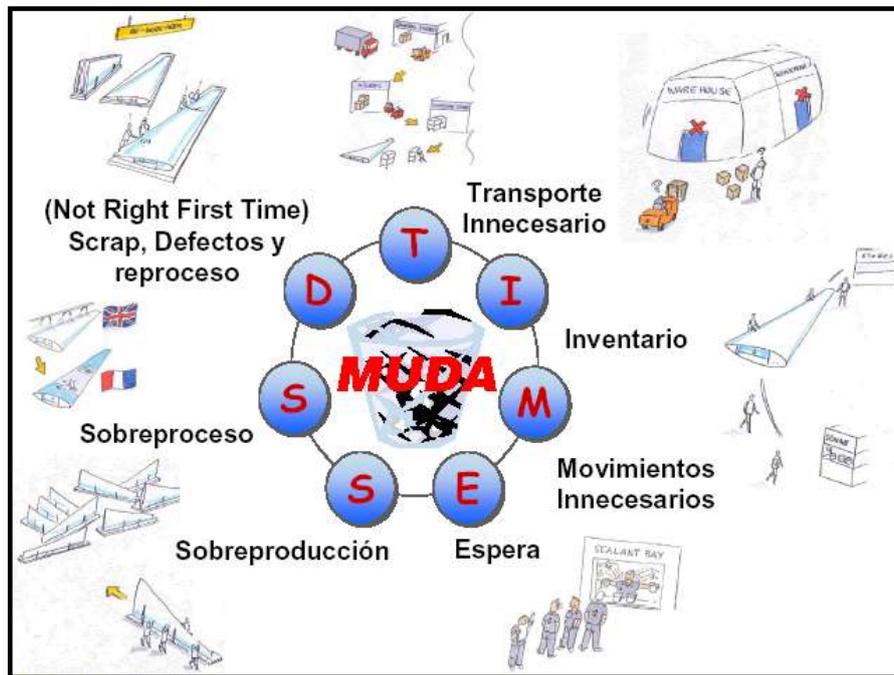
Teórico de la administración de empresas japonés, experto en el control de calidad

4.4 Los 7 Desperdicios (MUDA)

Se ha comentado anteriormente el concepto de los 7 Desperdicios, pero ¿qué significa? Y sobre todo ¿cómo influye en el proceso de implantación del Lean Manufacturing en el proceso de producción del estabilizador del A380?.

El objetivo del Lean es identificar y eliminar actividades innecesarias para llegar a la perfección, de modo que aumentaría la rentabilidad de nuestra empresa y, consecuentemente, su éxito y capacidad a largo plazo. Esos desperdicios de los que se habla se pueden agrupar en 7 grandes grupos, y cada uno de ellos se estudia por separado, de modo que analizándolos en el proceso de producción, se encontrará las actividades sin valor añadido que estén frenando nuestro proceso de producción. Lo que los japoneses denominaron MUDA, es decir, la eliminación sistemática de las pérdidas, del despilfarro. Y sólo se obtendrán los resultados comentados si se consigue, a través de las técnicas (5 C's, SMED, TPM...), cambiar la esencia misma de la empresa.

Se busca la perfección de manera continua, de modo que no basta con alcanzar algunos resultados, sólo la perfección es aceptable y la manera de llegar a ella es a través de la eliminación completa de los desperdicios en el proceso de producción. MUDA es el objetivo, de ahí la importancia de la influencia de los 7 desperdicios en la filosofía e implantación de Lean Manufacturing.



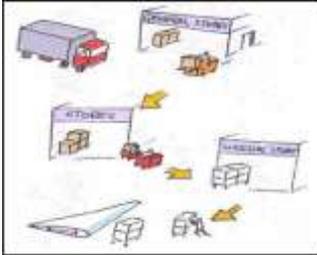
Cuadro representativo de los 7 desperdicios (MUDA)

Los 7 desperdicios son los despilfarros (actividades no esenciales que no dan valor añadido al producto) generados por:

- ✗ Transporte innecesario
- ✗ Inventario (*bienes tangibles que se tienen para la venta en el proceso de la empresa o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios –en nuestro caso para la producción del estabilizador del avión A380- para su posterior comercialización*).
- ✗ Movimientos Innecesarios. Se tratará con mayor precisión en el estudio del taka time y los diagramas espaguetis.
- ✗ Espera.
- ✗ Sobreproducción.
- ✗ Sobre-procesos.
- ✗ Inutilidades, Re-trabajos y Defectos.

4.4.1 Transporte Innecesario

El transporte innecesario se entiende como el desperdicio que se produce por los movimientos superfluos que se realizan en diferentes partes y, sobre todo, entre procesos. Estos movimientos traen como consecuencia, una pérdida de tiempo entre procesos que no es necesaria. Además puede conllevar a una pérdida económica por parte de la empresa (Airbus) en vehículos de transportes para trasladar piezas, stocks y demás entre procesos.



En definitiva es un desperdicio ya que:

- ✗ Aumenta el tiempo de producción (al haber la pérdida de tiempo comentada anteriormente).
- ✗ Consume recursos y espacio en la planta (pérdidas económicas).
- ✗ Genera una mala comunicación (ya que al haber muchos intermedios entre procesos, la comunicación es cada vez peor y conlleva a aumentar el tiempo perdido, consecuentemente el tiempo de producción).
- ✗ Aumenta la obra en curso (movimientos y traslados innecesarios en la planta).
- ✗ El producto puede resultar dañado (debido a los transportes que sufre, además si esto ocurriese habría que añadir la inversión económica que traería consigo para su reparación o compra de un nuevo producto).
- ✗ Implicaciones en los riesgos laborales (ya que los operarios y trabajadores de la planta están en continuo movimiento por la misma, los riesgos laborales aumentan debido a que al haber mayor mobiliario en traslado, debe haber mayor inversión en la prevención de los riesgos laborales).



Por todo ello, es un desperdicio en el proceso de producción y es causado por:

- Un proceso mal diseñado (un mal estudio de los tiempos entre procesos).
- Una cadena de valor deficiente (mala escala de valores, de lo que es valor añadido, lo que no y lo que es desperdicio, teniendo como referencia los deseos del cliente y sus exigencias de calidad y tiempo).

- Unos flujos de material complejos (*al ser un proceso complejo, hay muchos materiales y útiles en juego, esto conlleva a que el flujo del mismo sea complicado y enrevesado*).
- La compartición de equipos (*para poder ahorrar económicamente, en ocasiones se comparten equipos de alto coste económico, pero al mismo tiempo esta compartición nos produce un desperdicio en transporte que no sería necesario si se tuviese el equipo preciso*).

En el proceso de producción del HTP A380, se aprobaron una serie de proyectos que intentaban eliminar este desperdicio, algunas de las medidas fueron:

- Fabricación de útiles de apoyo e izado del HTP (*los costes que derivaban eran entorno a los 80.000 € al año, invirtiendo en la fabricación de estos útiles, se amortizaba la inversión en 213 HTP, para luego ser un coste eliminado los 80.000 € al año*).
- Fabricación de estructuras soportes para el movimiento en la planta y en el almacenaje del HTP (*370.000 € cada uno de ellos*).
- Accesorios de transporte en la zona de front fitting y tricornos. (*elimina transporte innecesario realizado por los operarios, reduce tiempo y esfuerzo*).

4.4.2 Inventario

El inventario es toda aquella materia prima, obra en curso ó producto terminado que esta siendo recopilado, no añadiendo valor para el producto, consecuentemente no incrementando valor al cliente.

Es complicado eliminarlo, ya que puede considerarse una manera de prevención de la empresa, el gestionar con anterioridad la materia que necesitará en su proceso. No obstante es un desperdicio, ya que:



- ✗ Añade múltiples costes porque requiere espacio en la planta para almacenamiento adicional.
- ✗ Agrega una gestión de recursos suplementarios, debido a que no sólo el problema radica en el almacenamiento, sino en un mantenimiento de ese

almacenaje, y una gestión de los recursos del mismo para que todo ello no produzca daños en el material almacenado.

Aunque, de todos modos, existe un problema en el inventario y es la expiración del tiempo de vida de los materiales, que provoca otro trámite económico añadido.

Es uno de los desperdicios más acrecentados en las empresas. El inventario es difícil de evitar, ya que deriva de:

- Una mala planificación en la producción. La predicción imprecisa, las paradas sucesivas y puestas en marcha de la maquinaria, petición de grandes lotes (*producido a veces por la desconfianza de la empresa hacia los proveedores, esto quiere decir, que la empresa prefiere gestionar grandes cantidades de un elemento primario para su producción a pedirlos asiduamente, ya que puede ocurrir que cuando se necesite en un momento determinado, el proveedor tenga problemas o simplemente no pueda hacer llegar el envío en la fecha deseada*), etcétera, todo ello genera que se produzca este desperdicio.

4.4.3 Movimientos Innecesarios (Motion)

Se define como los movimientos innecesarios o inútiles que realizan las personas (trabajadores y operarios) dentro de un proceso de producción.

Está claro que una de las causas por las que es un desperdicio es porque:

✘ Aumenta el tiempo de proceso. Si en la realización de una tarea un operario no tiene a su alcance todos los materiales que le hacen falta, y para ello se debe de desplazar a otra zona de la nave o a una nave distinta, es evidente que el tiempo de operación de la tarea en concreto aumenta, con ello aumenta el tiempo de producción y a su vez el desperdicio en la totalidad del proceso de producción. Todo ello interrumpe el flujo productivo, y por tanto, añade coste para la empresa.



✘ Además incrementa el riesgo laboral, debido a que si el operario o trabajador se desplaza continuamente por la nave o por la planta, éste tiende a tener más

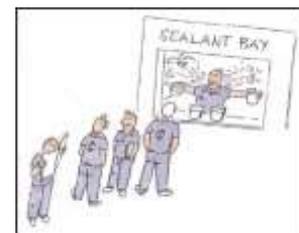
probabilidades de sufrir un accidente, por tanto hay que incrementar la prevención de riesgos laborales que puedan ocurrir; que finalmente conlleva a acrecentar más el coste adicional que este desperdicio ocasiona para la empresa.

Para tratar los desperdicios, hay que analizar el origen de los mismos, para éste en concreto, los motivos que hacen que se produzcan movimientos innecesarios en el proceso de producción son:

- La inexistencia de un proceso operativo estándar (*esto tiene como consecuencia que todas las herramientas y equipos de trabajo se trasladen según se vayan necesitando, si la operación estuviese estandarizada, los equipos y herramientas siempre estarían cerca del entorno de trabajo concreto para esa tarea*).
- La presencia de limpieza deficiente (*esto viene relacionado con la implantación de las 5 C's, para evitar esta causa la implantación y el uso de las 5 C's deben ser correctas*).
- El mal diseño de la célula de trabajo (*célula de trabajo o producción es la agrupación de una serie de recursos con el objeto de integrar un flujo de producción completo*).
- Y, por último, una formación inadecuada.

4.4.4 Espera

Este desperdicio toma en cuenta el tiempo que se pierde en espera de finalización de un ciclo de trabajo, tanto de personas como de partes del proceso productivo.



Los motivos más comunes que causan este desperdicio son:

- ✘ La existencia de proveedores escasos y no fiables (*causa la pérdida de tiempo, por tanto un retraso en la planificación del proceso, como consecuencia un retraso en la entrega al cliente*).
- ✘ La falta de flexibilidad en el operario (*falta de habilidad en el caso de recurrir o de seguir adelante una operación, sin que una tarea en concreto esté incompleta*).
- ✘ Las posibles paradas y/o rupturas de maquinaria.
- ✘ Una deficiente planificación de producción.

✘ Y, finalmente se produce por los múltiples problemas que se generan en torno al diseño, ingeniería y calidad del proceso.

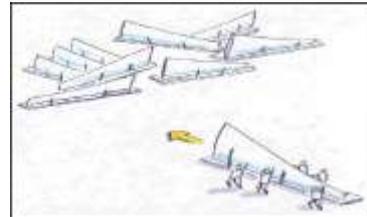
Este desperdicio va, generalmente, asociado a:

- Paradas y/o reinicios en la producción, esto interrumpe (al igual que los anteriores desperdicios) la continuidad en el flujo de trabajo aumentando el Lead Time ó Tiempo de Ciclo.
- La mayor consecuencia de este desperdicio es el fallo que se produce en la planificación de entrega al cliente. Hay que tener en cuenta que el objetivo de todo el proceso de mejora y del Lean Manufacturing es la satisfacción del cliente, tanto en materia de calidad del producto, como en materia de plazos de entrega del mismo.



4.4.5 Sobreproducción

Producir antes, más rápido o en mayor cantidad que lo demandado por el cliente causa un desperdicio en el proceso de producción.



Este desperdicio genera múltiples aspectos negativos para la empresa, como:

- ✘ El coste económico adicional.
- ✘ El requerimiento de recursos no planeados.
- ✘ La generación de inventario (de otro desperdicio).
- ✘ La necesidad de espacio, para el almacenaje y manipulación de los materiales.
- ✘ El desconocimiento de posibles defectos que tengan los lotes pedidos, al ser de gran escala, hay una revisión más general y no tan concienzuda.

Es un desperdicio que es producido por:

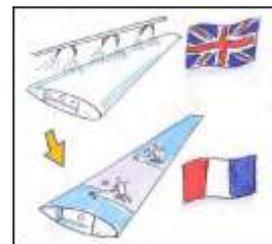
- Seguir un sistema Push (se envía información a la siguiente etapa del proceso sin tener verificación del sistema ni del proceso. Esto produce sobreproducción e inventario, aspectos que en el sistema Pull son prioritarios eliminar) en lugar de un sistema Pull (planificación de los requerimientos de material o equipos en concordancia con el trabajo realizado, es una planificación de todo el proceso, en este caso, se realiza por etapas y al proceso al completo. Hay una fluctuación de información entre todas las etapas).



- La petición de grandes lotes de los materiales o equipos necesarios (produce un almacenamiento del mismo).
- Y, otra posible causa principal es la falta de perspectiva del cliente (esto conlleva a que se adelante la empresa a la petición de materiales y a estar precavidos en este aspecto debido a la indecisión del cliente).

4.4.6 Sobre-procesos

Este desperdicio hace referencia al procesamiento que se realiza, en ocasiones, más allá de los estándares requeridos por el cliente.



El sobre-proceso es un desperdicio porque:

- ✗ Consume recursos, los cuales eran innecesarios de consumir, ya que la operación no era obligatoria.
- ✗ Aumenta el tiempo de producción. Al realizar tareas no planificadas en el proceso, se pierde tiempo y, por lo tanto, produce retraso en el flujo de producción.
- ✗ Es un trabajo no especificado.

Esto puede ser motivado porque:

- Los estándares no estén actualizados (*se realicen tareas que antes de producían y, ahora, no es así por nuevas planificaciones ó perspectivas y los operarios no estén informados*) –esto puede dar como consecuencia el rechazo de algunas personas que trabajen en esta tarea, que persigan el pensamiento de “siempre lo hemos hecho así” y estén reacias al cambio-. Todo ello es producido por la falta de innovación y espíritu de mejora de algunos trabajadores. Para ello hay que incitarlo e incentivarlos al cambio y a la mejora continua del proceso.
- La existencia del desconocimiento del proceso en su totalidad. En este caso, conocer todo el montaje del avión y dónde se realizan las actividades, ayuda a entender más el proceso y los requerimientos de la planta propia en concreto.
- La deficiencia de estándares de operación.



4.4.7 Inutilidades, Re-trabajos y Defectos – *Non-Right First Time*

Los defectos lo son porque desde el punto de vista del cliente no cumple sus estándares de calidad, por ello representa un componente inaceptable.

Los defectos en los materiales o producto son un desperdicio porque:

- ✗ Añade costes adicionales.
- ✗ Interrumpe el flujo de lo planificado.
- ✗ Consume recursos.
- ✗ Genera flujos de información y trámites burocráticos.
- ✗ Afecta negativamente a la confianza del cliente.

Los defectos son causados por:

- Procesos no controlados correctamente. Esto hace que se generen defectos en el producto y trabajos que se vuelvan a repetir debido a ello.



- Diseño e Ingeniería equívocos.
- Fiabilidad de la maquinaria. Confianza en la precisión de las operaciones realizadas automáticamente, sin revisión de las mismas. Conlleva al aumento de probabilidades de defectos en las tareas automáticas.

4.5 Las 5 C's

Una herramienta principal en el Lean Manufacturing es la implantación de las 5 C's. El significado de las 5 C's (ó 5 S's en su origen japonés) son:

- Clearout & Classify – Clasificación y Descarte – *Seiri*.
- Configure – Orden – *Seiton*.
- Clean and Check – Limpieza – *Seiso*.
- Conformity – Estandarización - *Seiketsuso*.
- Custom & Practise – Sostenimiento (Hábito) – *Shitsuki*.



Representación gráfica del seguimiento e implantación de las 5 C's

Los objetivos generales de la implantación de las 5 C's para el área de producción del HTP A380 son:

“Excluir desechos del área de trabajo, facilitando la creación de un entorno de trabajo agradable y organizado, perfeccionar la eficiencia de movimientos de personal y material, la posibilidad de reconocer visualmente cualquier circunstancia anormal en el área, e instaurar un plan de sostenimiento de las 5 C's en el área”

Se explicará con más detenimiento cada paso de las 5 C's, tanto su significado como su implantación en el proceso de producción.

4.5.1 Clearout & Classify – Clasificación y Descarte – Seiri

El primer paso es la organización y eliminación de elementos innecesarios, es decir, la retirada del puesto de trabajo de todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de producción. Es innecesario aquello que no tiene uso, que no se utiliza en la zona ó la cantidad que excede de lo necesario en un período de tiempo.



Para realizar esta operación se rigen unos pasos a seguir en la planta:

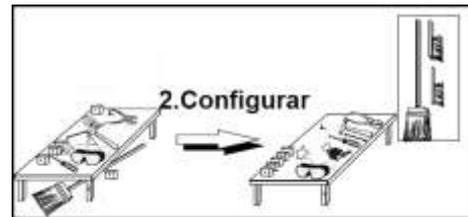
1. Se establece y acordona el área de cuarentena, que es aquélla en la que se va a almacenar temporalmente los elementos inútiles de la Nave 3. Cada elemento depositado en la misma debe anotarse en el registreote entrada de cuarentena y debe ser marcado con una etiqueta roja. El área de cuarentena tiene un tiempo establecido de 15 días, en los cuales los elementos que están depositados en la misma, puedan ser utilizados por los operarios que lo necesiten. En esta retirada hay que considerar dos casos: Normales (*es la situación en la que los elementos son retirados por el Departamento de Almacenes Generales ya que tienen un uso claro*) y Útiles (*es la situación en la que los elementos no son retirados ni utilizados en el proceso de producción. Hay que comprobar la situación con el Departamento de Producción y el de Ingeniería de Procesos, si no es útil en el proceso de producción, se debe avisar a Ingeniería de Utillaje para su eliminación o almacenamiento*).
2. Generación de una Documentación en el Área de Cuarentena. Existen 3 tipos principales: Tarjeta roja (*para elementos depositados en el área de cuarentena*), Registro de entrada/salida (*para elementos depositados en el área de cuarentena*) y Hoja de seguimiento del área de cuarentena (*Auditoría*). En éste último se establecen los indicadores para medir el grado de cumplimiento de las 5 C's en la Nave 3, cada indicador se le asigna una puntuación para poder representar una gráfica que permita comparar los objetivos con la realidad alcanzada en cada momento.



Ejemplo del resultado de la implantación de la Clasificación y descarte en el área

4.5.2 Configure – Orden – Seiton

El siguiente paso de la clasificación y el descarte, es el orden. Es decir, posicionar los distintos elementos buscando eliminar los movimientos innecesarios y colocando los mismos de acuerdo a su frecuencia de uso. En definitiva, tener asignado un lugar para cada elemento. En esta etapa se adentran el etiquetado, la clasificación y la comprobación facilitando, de este modo, la visualización.



Para realizar esta etapa, se siguen los pasos que están a continuación:

1. En primer lugar, hay que realizar una formación al personal con la actividad del área y los fundamentos de las 5 C's, todos los departamentos de la Nave deben estar implicados (*operarios, mandos, suministradores, mantenimiento, etc.*). Este paso se puede adelantar, pero nunca atrasar de esta etapa, puesto que todos deben estar informados de la manera de trabajar y la nueva filosofía a seguir. Todo el personal debe estar actualizado de la información.
2. Una actividad interesante es conseguir fotos en los estados inicial y final del área tras cada paso de la implementación.
3. Se identifican los materiales inútiles y se separan del área de cuarentena para su posterior eliminación (*con la ayuda del etiquetado que se comentó en el primer paso "Clasificación y Descarte"*). Todo ello realizando conjuntamente el seguimiento con



Ejemplo de la identificación de materiales

las auditorías. Se revisan, a su vez, todos los armarios de herramientas y racks de piezas existentes en el área para eliminar las herramientas repetidas y las normales no necesarias o en exceso, de esta forma se reorganizan los armarios. Asimismo se proveen cajones normales de uso habitual en carritos auxiliares individuales a los operarios para impedir desplazamientos superfluos en el área de trabajo.

4. Catalogar el resto de componentes (*ya eliminados los materiales inútiles*) por frecuencia de uso y distancia al lugar de trabajo (*herramientas, normales, pequeños útiles, etc*) e implantar un lugar óptimo de almacenamiento para cada uno de ellos. Teniendo en cuenta un almacenamiento seguro, por ejemplo, elementos pesados abajo y elementos ligeros arriba; de modo que el riesgo de accidentes en el trabajo sea el menor posible.
5. Efectuar inscripciones en el suelo para ubicar zonas de colocación permanente de elementos móviles en el área cuando no estén en uso (*carros, escaleras, etc.*). Con todo ello, debe haber un lugar disponible para todo y una situación asignada de manera que facilite el orden y, a su vez, el trabajo.



Ejemplo en el proceso de producción del HTP A380 de las inscripciones en el suelo



4.5.3 Clean and Check – Limpieza – Seiso

A continuación se debe implantar un plan de limpieza en la Nave y seguimiento del mismo. Esto ayudará a obtener un espacio de trabajo agradable para los trabajadores que operan en la Nave. En conjunto se crea un espacio estético, ordenado y limpio.



Aparte de esta función estética, esta etapa tiene una función de detección visual en situaciones anómalas, además de la función de protección que realiza a las máquinas e instalaciones.

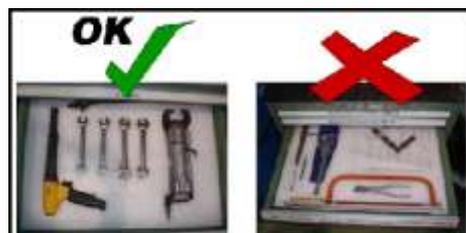


Ejemplo de los informes de control de limpieza situados a lo largo de toda la Nave 3

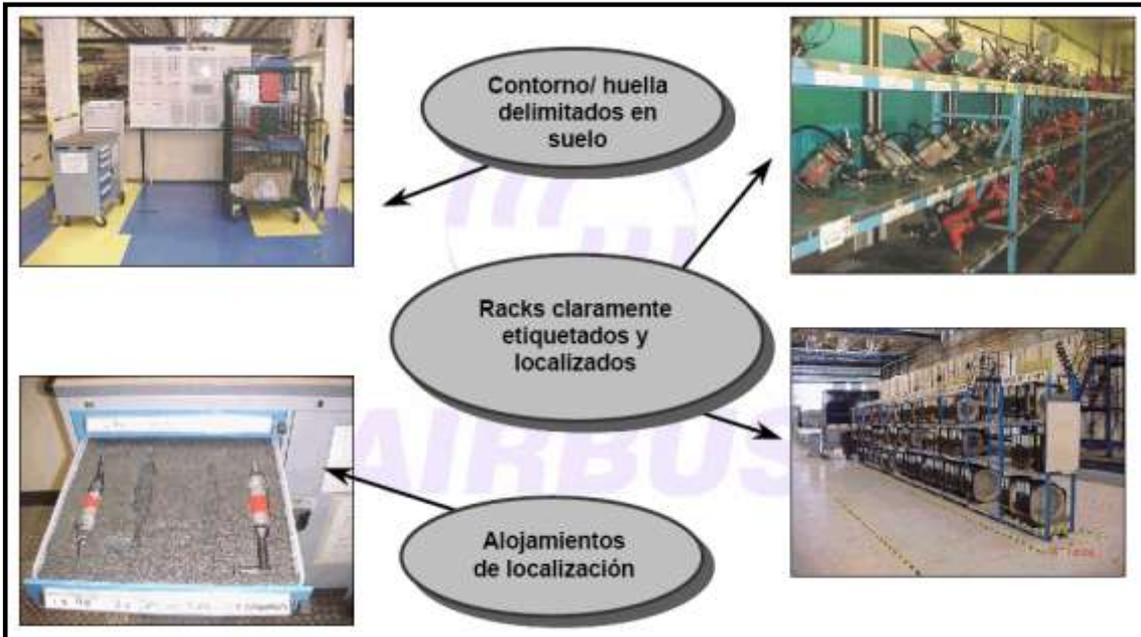
Los operarios del área no efectúan ninguna acción en este campo ya que el procedimiento de limpieza general diaria está subcontratado y el de limpieza de máquinas está abarcado en el mantenimiento de las mismas. Por lo tanto se lleva un registro del estado general de limpieza del área, en base al protocolo de limpieza (*suministrado por Servicios Generales*) y al protocolo de mantenimiento de máquinas (*aspiradores, etc*). Este registro permanecerá actualizado con vistas a futuras auditorias.

Para realizar esta etapa, se siguen los siguientes pasos:

1. Implantar medidas de limpieza en el área de trabajo –Nave 3- (*en especial aquella suciedad que afecta a seguridad de personas y procesos*) y realizar seguimiento mediante formularios de auditoria concretos. Además conviene establecer procedimientos de control de estas actividades de limpieza (*cuadros de limpiezas realizadas por día, etc.*).
2. Establecer guías generales de gestión visual que muestren de forma sencilla e rápida cualquier irregularidad del estado de orden y limpieza del área.



Control Visual. Consiste en cualquier medio de comunicación aplicado en el ambiente de trabajo que nos anuncia de una ojeada cómo debe realizarse las operaciones. Se usan para informar dónde deben estar las cosas, cuántas de ellas deben estar ahí y si están funcionando correctamente o hay alguna incoherencia.

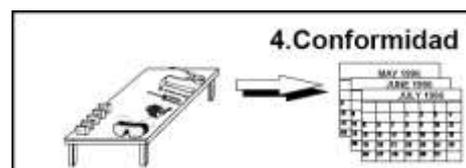


Resumen del control visual implantado en el proceso de producción del HTP A380

En definitiva, lo que se pretende es que la limpieza sea responsabilidad de todos, fijando objetivos de limpieza como la identificación de áreas de limpieza. De modo que se debe extender las operaciones de limpieza a todas las zonas, incluso debajo de las gradas o detrás de los armarios; además de mantener regularmente las áreas limpias y aseadas. Para que esto se lleve a cabo se incorporan rutinas de mantenimiento (TPM, Total Productive Maintenance – *Mantenimiento Productivo Total*; del cual se comentará explícitamente en el apartado 4.11. del presente proyecto)

4.5.4 Conformity – Estandarización – *Seiketsuso*

Este paso se crea, fundamentalmente, para implantar de manera rutinaria las etapas anteriores. Asimismo, en la estandarización se toma como objetivos:



1. El uso del control visual, anteriormente implantado en la etapa de limpieza.
2. Implantar costumbres de seguridad e higiene.
3. Establecer la filosofía de la mejora continua, mediante la examinación constante de acciones.
4. Mantener el área de trabajo ordenada y limpia, de manera que los objetivos de las anteriores etapas se cumplan (*la detección y el control instantáneo de cualquier anomalía*).
5. Mantenimiento y control del sistema completo, siguiendo la filosofía de PDCA.

En resumen:

“No hay mejora sin estándares. El primer paso de cada mejora es de saber exactamente donde estáis”

Masaaki Imai (Tokyo, 1930)

“Padre” de la filosofía Kaizen, Fundador de Kaizen Institute

4.5.5 Custom & Practise – Sostenimiento (Hábito) – *Shitsuki*

Una vez implantadas y estandarizadas todas las operaciones comentadas, se llega al paso más complicado, la creación del hábito o costumbre de las mismas manteniendo esa forma de trabajo.



Se debe crear la periodicidad en las revisiones, así se forma un vínculo entre la mejora continua y las revisiones cada cierto intervalo de tiempo. Para perpetuar la disciplina se necesita practicar y alcanzar la “costumbre”.

El éxito de esta labor es responsabilidad de todos, de nuevo la filosofía Lean hace hincapié en ello.

4.6 Las KC's y CTQ – Las Características Claves y Críticas hacia los estándares de la Calidad

Las características claves y las críticas hacia los estándares de la calidad son dos términos muy usuales en el entorno de trabajo de Lean en Airbus. Estos conceptos están muy arraigados a esta forma de trabajo.

Ambos intentan satisfacer al Cliente, mediante los requerimientos de la Voz del Cliente que pone en marcha las características del producto ó requisitos del diseño. Asimismo son una herramienta muy útil para llegar a ese objetivo común, el deseo del Cliente. Al igual que el análisis de los 7 desperdicios ó MUDA ó la implantación de las 5 C's, aunque con la diferencia que ahora se toma como punto de partida las críticas del Cliente como mejora de la Calidad del producto, en particular del HTP A380.

4.6.1 CTQ – Critical to Quality - *Críticas hacia los Estándares de la Calidad*

Las CTQ son la representación de las necesidades de los Clientes en referencia a las exigencias cuantificadas del producto, HTP A380. En definitiva, son imposiciones localizadas en el estabilizador (HTP A380).

Como ejemplo, se expone un cuadro donde relaciona la Voz del Cliente (VOC), las necesidades para su complacencia y las CTQ.

VOC	Necesidad	CTQ
“No me gusta rellenar este formulario de solicitud”	Mejorar la manipulación de la velocidad	El formulario de solicitud se debe poder completar en menos de 20 minutos
“No entiendo mi declaración de política”	Instrucciones inequívocas	El 95% de los Clientes deben entender su declaración cuando la leen por primera vez
“Necesito que el sistema se realice constantemente”	Tiempo mínimo de inactividad	El 100% de las horas de trabajo deben ser tiempo de actividad

Cuadro explicativo de las relaciones y diferencias entre la Voz del Cliente y las CTQ

Además del concepto CTQ, se explicará los costes de mala calidad, ya que influyen en gran medida en la mejora continua y el control del sistema general.

“Cada reclamación del cliente debería ser tratada como una joya en bruto; una joya que necesita ser recogida, examinada y pulida”

Sarv Singh

Autor de “Control Total de la Calidad” (1997)

“Uno de los signos mas claros de una relación mala o en declive es la ausencia de reclamaciones por parte del cliente.”

Theodore Levitt (1925 – 2006)

Economista y profesor de la Escuela de Negocios de Harvard

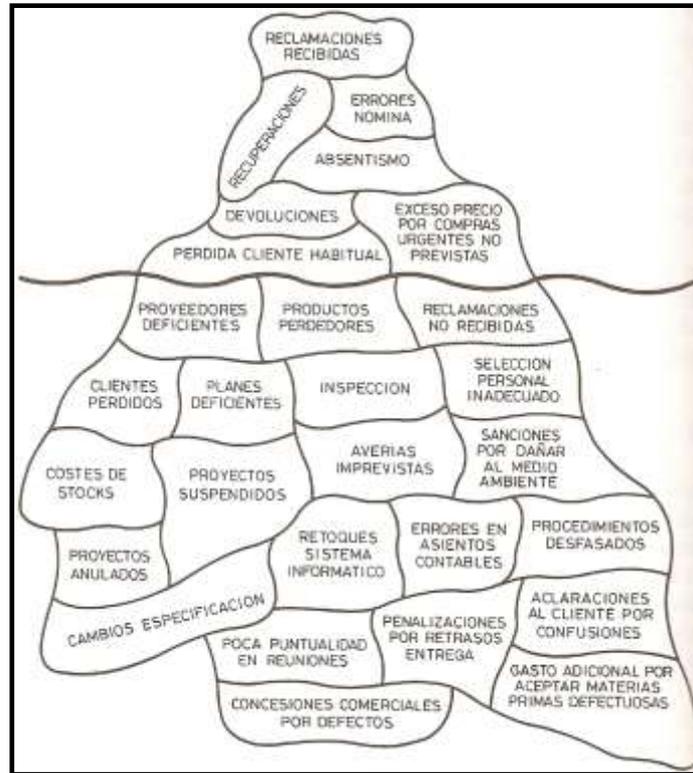
4.6.1.1 Costes de Mala Calidad

Los costes de la calidad son una medida de los costes específicamente asociados con la consecución o no de la calidad del producto. Generalmente, se consideran “Costes de Calidad”, que son los debidos a la prevención y evaluación, y los “Costes de No Calidad” ó de “Mala Calidad”, que son los causados a fallos internos y externos.

Los costes de calidad, como se ha comentado son causados por costes de prevención y de evaluación. Los costes de prevención son debidos a todas las actividades diseñadas para prevenir la pobre calidad y los fallos del producto. Los costes de evaluación son aquéllos asociados a ensayos, inspecciones y auditorías necesarias para asegurar que el producto cumple con la calidad específica.

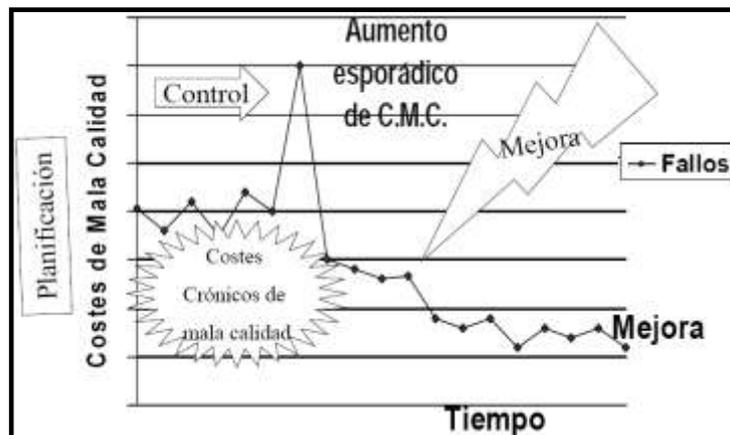
Los costes de mala o no calidad son los causados por fallos internos y externos. Los costes de fallos internos son aquéllos resultantes del producto que no cumple los requisitos de calidad, y cuyo fallo se pone de manifiesto antes de su entrega al Cliente. Este tipo de fallos con la implantación del sistema pull y jidoka no debe darse en el proceso de producción, si se dá es que no se está implantando o llevando a cabo correctamente ambas herramientas. Los costes de fallos externos son los debidos a que el producto no cumple con los requisitos de calidad y que cuyo fallo se manifiesta con posterioridad a su entrega al Cliente. Estos costes están asociados a la recepción de los productos hacia el Cliente, en el transporte del mismo ó a una comunicación ineficaz con el Cliente.

Los costes de no calidad, como se ha comentado, pueden ser por múltiples causas ya que fallos internos y externos abarca un gran círculo de posibilidades, aquí se expone algunas de ellas:



La "pirámide" de los costes de no calidad

Ambos costes de no calidad se pueden producir, pero con la implantación de la filosofía Lean se reducen al mínimo, ya que por el pensamiento de mejora continua es muy difícil que se den ambas situaciones.



Representación de la evolución de los costes de mala calidad (CMC) frente al tiempo en un proceso Lean

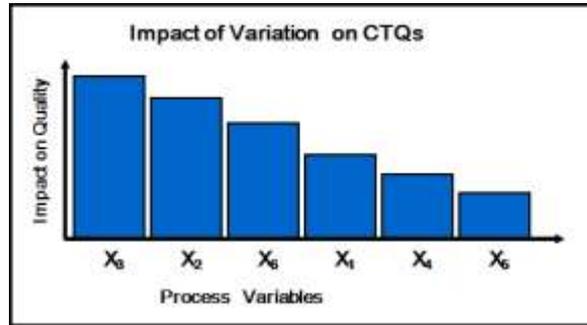
"La reducción de costes sin mejoras de calidad es en vano"

Edwards Deming (1900 – 1993)

Estadístico y Difusor de la Calidad Total

4.6.2 Las KC's – Key Characteristics – Características Claves

Las KC's ó Características Claves son las variables, cuyos cualidades tienen el mayor impacto en las CTQ's desde la perspectiva del Cliente. Con otras palabras, las KC's son las características de un material ó pieza cuya variación tiene una influencia importante en el producto, en su funcionamiento, en su proceso de fabricación ó en su ciclo de vida. Para el proceso, las KC's tienen el mismo sentido, es decir, son los parámetros medibles del proceso y cuyo control es fundamental para tratar la desviación de una pieza ó conjunto de ellas.



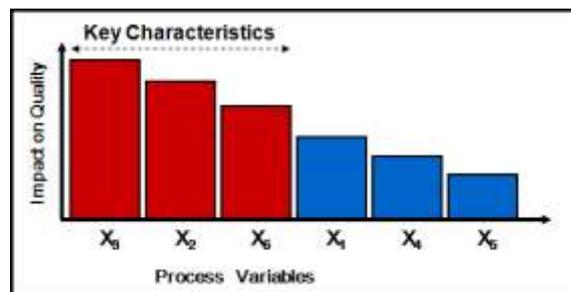
Impacto de la Variación en las CTQ de las distintas variables

De modo que si las KC's son determinadas correctamente y controladas, dentro de los requerimientos del Cliente, los productos tendrán mayor calidad, las pérdidas se reducirán, los costes se recortarán y, por tanto, la consecuencia más directa es la satisfacción de los Clientes.

Generalmente un proceso complejo, como este proceso de producción, puede tener un gran número de KC's, en cambio, un componente en concreto puede rondar su número de KC's entre 4 ó 5, normalmente.

La identificación y el análisis de las KC's se realizan en Airbus siguiendo los pasos que se muestran a continuación:

- Determinar el proceso con el objetivo de la Auditoría.
- Obtener un diagrama del proceso completo.
- Determinar las peculiaridades del proceso, las variables con mayor impacto en las CTQ (Xs) y su CTQ. Las Xs son estudiadas y organizadas según la "dureza" de impacto desde el punto de vista

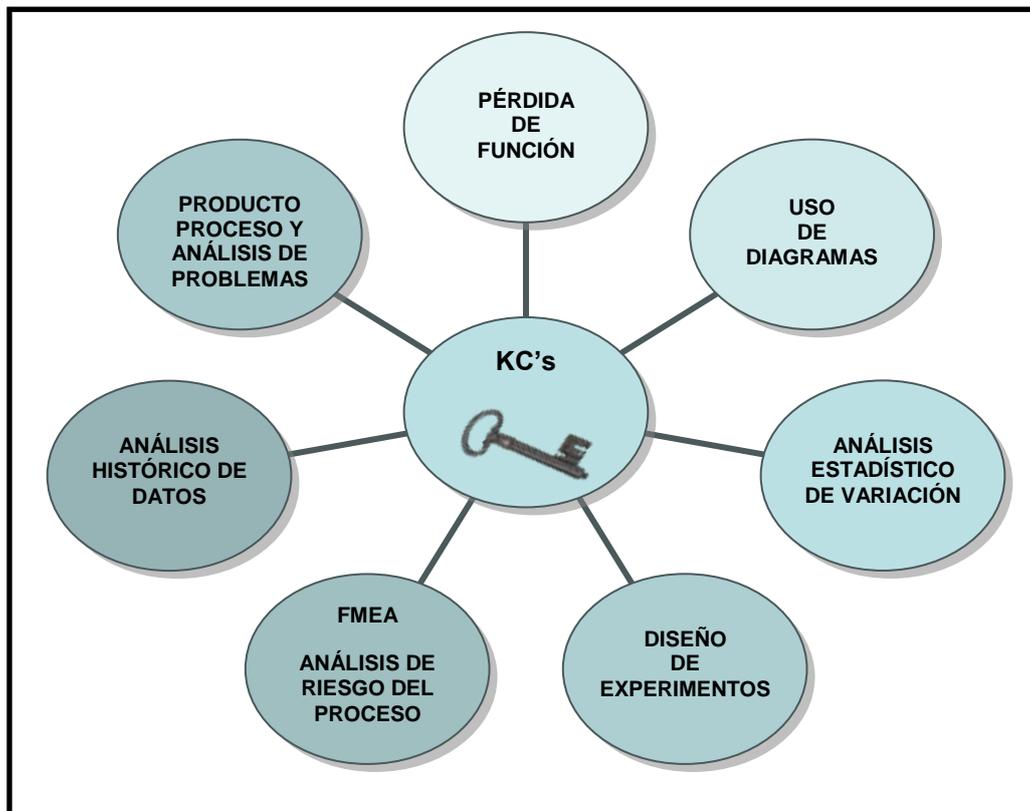


Impacto de las Variables en las CTQ, siendo las de mayor impacto las KC's

del Cliente.

- Definir las KC's, identificando aquellas que tienen mayor impacto en las CTQ's. Las Xs cuyo impacto sea mayor serán las KC's.
- Implementar el control de las KC's definidas y elegidas.
- Confirmar los requisitos mínimos de las KC's, las cuáles finalmente deben ser las CTQ's del Cliente.

Para identificar las KC's se utilizan una serie de herramientas, que se pueden clasificar en las siguientes:

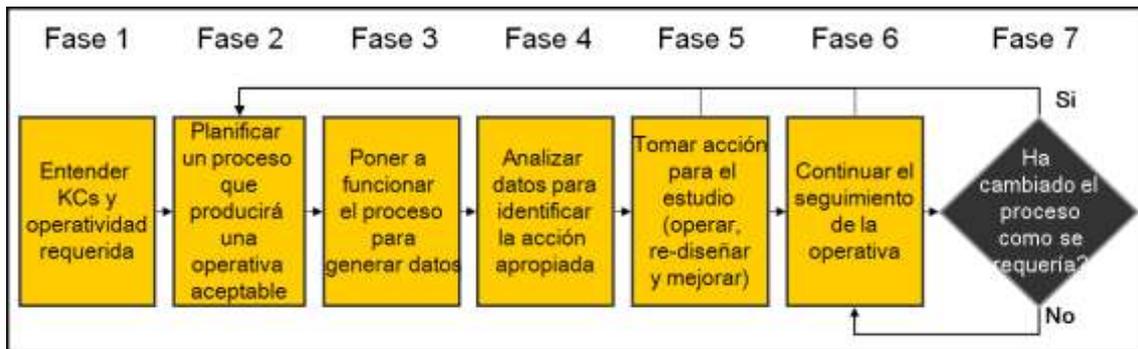


Herramientas que ayudan a identificar las KC's del proceso de producción

✿ Pérdida de función. Es usada normalmente en modo de concepto, porque es difícil cuantificar, ya que su propósito es evaluar la pérdida económica generada por la alteración de algún objetivo de las características del producto, del estabilizador. Por lo tanto, cuanto mayor es la desviación del objetivo, mayor es la pérdida económica. Es utilizado para identificar las KC's, ya que las características ó variables con mayor impacto en las CTQ's (Xs), generalmente tienen una pérdida de función considerable. De modo que nos puede servir de guía para determinar las KC's.

- ✿ Uso de diagramas. Una herramienta muy útil para definir las KC's es el uso de diagramas, tales como Causa-Efecto ó de Ishikawa (*también es conocido como diagrama de espinas de pescado por su forma y permite relacionar un efecto con todas sus posibles causas que lo influyen; de modo que permite ordenar e identificar todas ellas con el objetivo de facilitar la definición del origen del problema y solucionarlo eficazmente*). A medida que se cuantifica las KC's, el flujo de requerimientos del Cliente disminuye.
- ✿ Análisis estadístico de variación. Pronostica el total de desviación permitido a cada componente, teniendo en cuenta las tolerancias fijadas.
- ✿ Diseño de experimentos. Es una técnica de ingeniería de calidad, que contribuye eficazmente a la gestión diaria del producto y el proceso, reduciendo considerablemente la variación de los mismos. Indica, además, cómo se deben y pueden solucionar los problemas proporcionando información sobre el proceso y el producto, y resultando viable técnica y económicamente conseguir los objetivos del producto. El diseño de experimentos designa unos niveles adecuados a los factores ó posibles KC's, normalmente dos. Con ello establece el diseño factorial, el cual muestra el número de experiencias que es necesario realizar para que se tengan en cuenta todas las posibles combinaciones de los niveles (a) de los factores (b), siendo el diseño factorial a^b . Se ejecutan las experiencias piloto seleccionadas y se ejecuta un análisis. Consecuentemente se selecciona los resultados más convenientes.
- ✿ FMEA ó Análisis de riesgo del proceso. El objetivo de este análisis es determinar las características del producto que más influyen en la Pérdida de Función. Está pensado para que se seleccione y represente los elementos claves de la Pérdida de Función, es decir, FMEA es un análisis sistemático para la identificación de riesgos en el proceso. En función de la identificación de los mismos, se toman unas medidas para mitigarlos en forma de acciones preventivas y correctivas.
- ✿ Análisis histórico de datos. Evalúa los datos relevantes, rechazos, re-trabajos, inutilidades, desperdicios, costes de garantía etc. de los componentes ó del proceso históricos. Tales datos pueden indicar la causa raíz de los problemas en el proceso, la cual debe ser directamente relevante para que el proceso pueda ser mejorado. Es una herramienta útil para comenzar el FMEA para después realizar un análisis Causa-Efecto.
- ✿ Producto, proceso y análisis de problemas. Es una aproximación encaminada a determinar y priorizar las acciones de mejora utilizando una serie de herramientas metódicas. Este análisis permitirá posteriormente identificar las KCs.

Cuando las KC's han sido definidas y controladas de modo que los requerimientos del Cliente han sido establecidos, hay que seguir una metodología para asegurar la continuidad del sistema. Para ello se debe mantener registros del control y seguimientos de las actividades, de los cuales se sacan datos medibles, que son los más fiables a la hora de demostrar que los controles son efectivos.



Modelo para la Gestión de la Variación de las KC's en el proceso de producción

En la figura anterior, se pueden distinguir las 7 fases de las que se compone el modelo para la gestión de la variación de las KC's en el proceso de producción. Para ello, cada una de las fases comprende lo siguiente:

- Fase 1. Usar un proceso Multifuncional para observar el producto, proceso y requerimientos de cliente.
- Fase 2. El proceso deberá ser capaz de conseguir las necesidades diarias y las aspiraciones futuras.
- Fase 3. El método planificado de recopilación de datos debe proveer los parámetros al proceso y la variación relevante de las KC's del producto.
- Fase 4. La interpretación de los datos debe ser experta para dar garantía de la evidencia del funcionamiento de la variación del proceso y del producto. Con ello se debe de tomar decisiones basadas en información objetiva.
- Fase 5. Ya que la información dada es adecuada y está controlada, se debe evitar forzar el proceso.
- Fase 6. Conocer el seguimiento de KC's del producto o proceso críticos para las expectativas del cliente es de vital importancia, porque es donde debe ocurrir la variación antes de que ocurra un molestia en el cliente
- Fase 7. Cualquier decisión debe estar sustentada con datos para permitir la implantación de un plan de acción efectivo.

Si existen KC's que no se consideren prioritarias, deben ser eliminadas y las razones registradas. Si, por el contrario, hay KC's seleccionadas adicionales, éstas tienen que añadirse al control y gestión de la variación de las mismas, igualmente las razones de su elección deben ser registradas.

4.7 QFD – Quality Function Deployment – *Despliegue de Funciones de Calidad*

Es una perspectiva sistemática y organizada que sirve para tener en cuenta las necesidades del Cliente cuando se diseñan nuevos productos y servicios o cuando existe una mejora en los ya presentes. Al principio del presente Proyecto se informó que el Cliente es el que da el éxito a un producto o el que lo lleva al declive. Es por ello, que QFD es tan importante. El Cliente como principal crítico es el mayor comunicante ante la competitividad de otras empresas y productos. Es por ello que QFD constituye una buena forma de materializar un ventajoso control diario del proceso de diseño de productos.

Las ventajas de QFD más destacables son:

- ✓ Definición muy consistente del producto deseado por el Cliente.
- ✓ Las reclamaciones de los Clientes se reducen, esto influye positivamente a la disminución de CTQ.
- ✓ Mejora la relación entre departamentos, gracias al trabajo en equipo para la solución de problemas.
- ✓ Decisiones más acertadas, gracias al conocimiento exacto de las necesidades del Cliente. Esto implica menor tiempo perdido y menor coste para la empresa, debido a que se produce a la primera lo que el Cliente desea y cómo lo desea.
- ✓ Eliminación de procesos que no añaden valor al producto.
- ✓ Se identifica más fácilmente las operaciones que requieren mayor número de mejoras para una alta competitividad.
- ✓ Facilita los cambios rápidos, promovido por los nuevos productos.
- ✓ Plazos de desarrollo más cortos.
- ✓ Aumento en la productividad.

Se pueden distinguir cuatro fases en el ciclo de desarrollo del producto según QFD:

- *Fase 1. Planificación del producto.* En ella se tiene en cuenta la “Voz del Cliente”, que pone en marcha las características del producto ó requisitos del diseño. La voz del Cliente consta, en primer lugar, de una recogida de las necesidades del Cliente, las cuales se van reagrupando. Después de esta reagrupación, se van creando niveles, según sea las propias palabras del Cliente. Se muestran estos niveles como voz del Cliente, después de haber sido trabajados, analizados y estudiados. Hay que tener especial cuidado a esto último, ya que es imprescindible captar y adoptar las palabras del Cliente y terminología exactas, evitando filtrarlas y dejando lejano ideas preconcebidas.
- *Fase 2. Despliegue de Componentes.* Una vez vistas las características que debe tener el producto (estabilizador) se lleva a cabo los requisitos, que en ello supone, al diseño. Esto deriva a los requisitos que deben tener los componentes del producto, en nuestro caso del estabilizador.
- *Fase 3. Planificación del Proceso.* Conociendo los requisitos de los componentes, se debe tener en cuenta los requisitos del proceso ó fabricación para esos componentes específicos.
- *Fase 4. Planificación del Proceso ó Fabricación.* Última fase en la que se tiene en cuenta las normas de producción que se precisan para los requisitos de fabricación anteriormente comentados.

Como se puede observar todo circula a través de la planificación, ya sea del producto, de los componentes ó del proceso. Una buena planificación trae como consecuencia principal, un gran paso para el éxito del producto, en vista a las expectativas del Cliente.

Los requisitos de una fase, son los datos a aportar en la siguiente. Esto muestra la estrecha relación entre ellas.

Además, el proceso de QFD puede ser ayudado por otros sistemas, como los diagramas. Esto favorecerá a descifrar las necesidades del propio Cliente. Se especula sobre la existencia de tres factores de éxito para llevar a cabo un proceso QFD:

- 🖼 Una voz del Cliente precisa.
- 🖼 Un fuerte compromiso de la dirección de la empresa y los departamentos de la misma.
- 🖼 Unos buenos consultores en la materia.

En resumen,

“El QFD no nos dará las respuestas, el QFD organiza el pensamiento y la actividad para ayudarnos a formular las preguntas correctas”

Lluís Saderra Jorba

(La Calidad Total, Secreto de la industria japonesa)

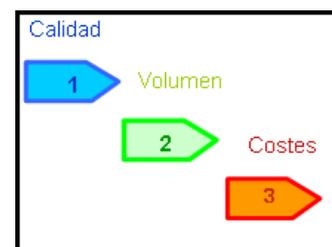
4.7.1 FTQ - First Time Quality – *Calidad a la Primera*

El objetivo en ALPS de este grupo de calidad es:

“Conseguir Calidad a la Primera en el Proceso de Producción del HTP A380 a través de la prevención y eliminación de desperdicios (Quejas de Clientes, Calidad de Proveedores, Re-trabajos, Reparaciones e Inutilidades) Creando una Sistemática de Resolución Rápida de Problemas para Conseguir la Satisfacción del Cliente. Con ello se utilizará la herramienta de análisis QVC”

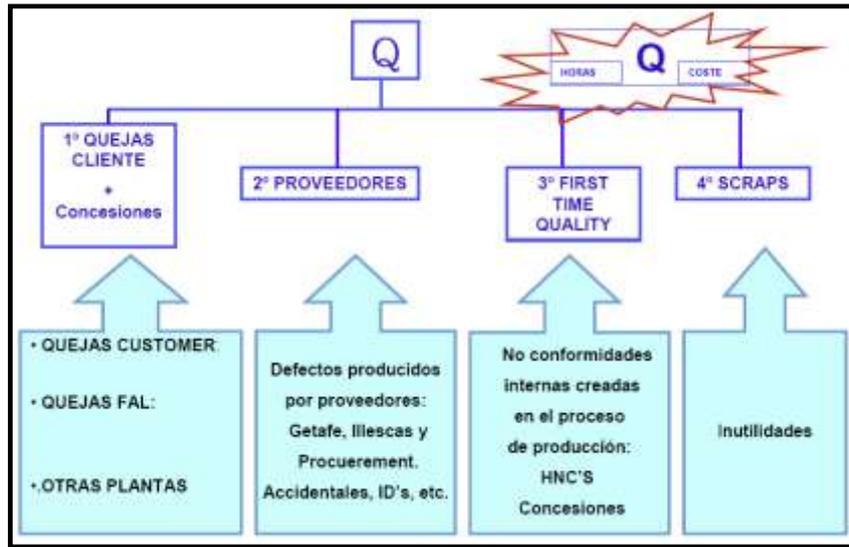
Ya se comentó en el apartado (*apartado “3.3. Templo Lean”*) el significado de la herramienta FTQ. Ahora se abordará en más detalle.

En el objetivo de esta herramienta se establece como prioridad la Calidad para después afrontar el Volumen (entregas) y como última instancia los Costes. Es lo que se conoce como QVC (Quality-Volume-Cost). De manera que el valor es generado por los Clientes a través de estas vías. De acuerdo a las expectativas del Cliente hay un beneficio para Airbus en términos de: menos defectos, costes menores y tiempos de ciclo más reducidos.



Prioridad de QVC

El procedimiento de trabajo de la herramienta FTQ es según cuatro criterios: Quejas de Clientes-Garantías, Proveedores, FTQ y Scraps (*Inutilidades*).



Procedimiento de trabajo de la herramienta FTQ en el proceso de producción del HTP A380

Siendo:

CONCESIONES DEL CLIENTE – Informes que se le suministra al Cliente sobre alguna desviación ó fallo en el avión, y éstos no se pueden solventar con Hojas de no conformidades (HNC) ni con Informes de discrepancias (ID). Éstos últimos son documentos internos de Airbus, pero la concesión se hace llegar al Cliente para informarle de ello y que tome la decisión de acatar dicha desviación del avión o fallo según los requerimientos iniciales del mismo. Cuando es aceptado por el Cliente, el precio del avión es reducido y se cobra a menor precio por este motivo.

HNC – Hoja de no Conformidad. Este documento indica que la pieza ha llegado del proveedor correctamente y que ha ocurrido un error, ya sea humano ó de los equipos, mientras se estaba trabajando en él. Se abre un HNC para indicar lo ocurrido, de modo que se estudia la reparación y se da la confirmación de que se realice la misma.

ID – Informe de Discrepancias. Es un documento en el que se expone una disconformidad con una pieza que ha sido enviada por un proveedor ó por otra planta de Airbus. Se designa los datos del envío, la causa de la discrepancia y la acción correctora.

El primer paso, para seguir el procedimiento de trabajo de FTQ, es recabar los datos obtenidos de la fase de diagnóstico, de las AACC (*Acciones Correctoras, es decir es un conjunto de actividades para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable*), informes accidentales, Quejas de Clientes, etc. La valoración de cada una de estas acciones, para priorizarlas, se debe tener en cuenta dos factores fundamentales: el impacto que tiene en el tiempo y el que tiene en el coste (*además habría que añadir el impacto que se produce en el Cliente*).

Después de la valoración, se desglosa cada uno de los problemas a solucionar ó ítems en detalle. Este análisis no sigue adelante si no se consiguen todos los datos, anteriormente obtenidos. Si se presenta un problema más importante (*en referencia a tiempo-coste*) se toma como prioritario, después se continúa con los anteriores. De modo que se llega a conseguir soluciones para cada una de las acciones.

Las quejas pueden llegar, además del Cliente, de la misma FAL (*Final Assembly Line, más información en el anexo del presente proyecto*) ó de otras plantas Airbus. De manera que todo está comunicado entre plantas en toda la empresa, a pesar de ser internacional. También hay que atender a los proveedores de los que llegan los equipos, tanto sean externos como internos, tal y como muestra la figura anterior.

El tercer criterio para clasificar los ítems es la FTQ, Calidad a la Primera, por las que llegan las no conformidades internas originadas en el proceso de producción, tanto sean HNC's como Concesiones.

El cuarto, y último, criterio son las Inutilidades (*Scraps*) que pueden originar ó que ya están implementadas en los ítems, los cuales se deben abordar, analizar y eliminar de los mismos para acortar tiempo y coste al proceso de producción, además de facilitar la supresión de los problemas por mejorar ó ítems.

La implantación de esta herramienta se efectúa en dos etapas:

1. Aclaración de los problemas actuales asumiendo los criterios citados de tiempo-coste.
2. Subsistencia y prevención de las acciones, actualizando la toma de decisiones tomadas anteriormente. Se predomina nuevamente las causas no abordadas inicialmente y se introducen problemas nuevos que surjan periódicamente.

Este equipo, FTQ, ayuda a implantar Lean en el proceso de producción del HTP A380, además de aportar otras actividades que son necesarias en su seguimiento diario.

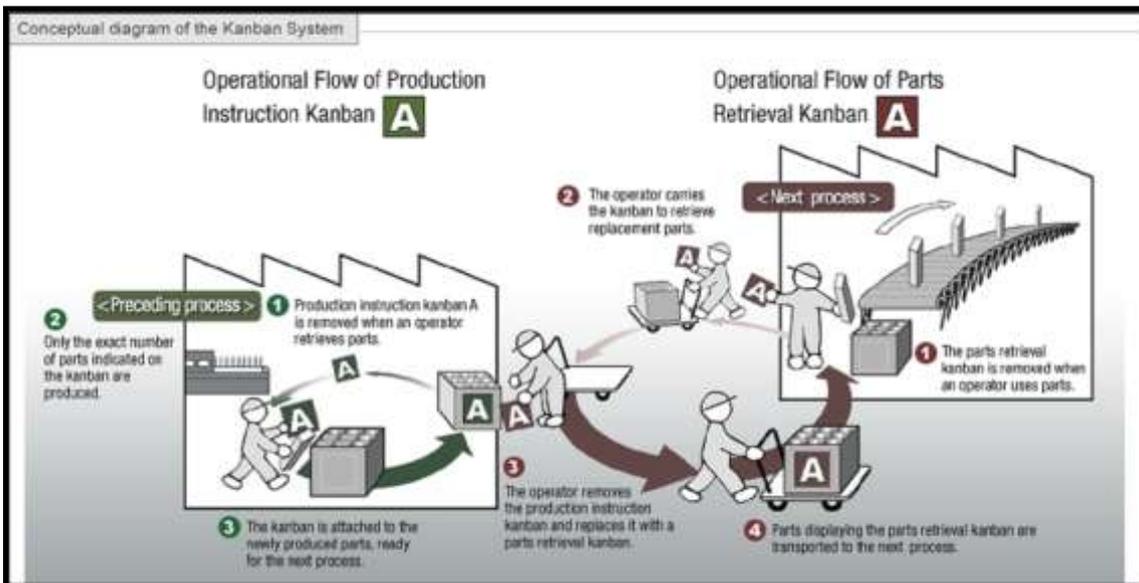
4.8 J.I.T. y Kanban

Tanto el J.I.T. (*Just In Time*, comentado en anteriores apartados) como el Kanban son herramientas que ayudan al Kaizen.

Kanban es una herramienta usada para ayudar al sistema Just In Time y su significado literal es “panel de señal” (“*sign board*”). Identifica qué se necesita, cuándo se necesita y en qué cantidad se necesita en el proceso de producción. Algunos ejemplos de Kanban serían: tarjetas, casilleros, localización en el suelo (*footprints*)...etcétera.

Kanban es utilizada como una herramienta multifunción, en las que destacan: control visual, identificación de problemas y ayuda al Kaizen; y ajuste de los volúmenes de producción más metódico. Los beneficios de usar la herramienta de Kanban son múltiples, entre ellos destaca:

- ✓ Mejora la tarea de las entregas.
- ✓ Mejora la Calidad del producto.
- ✓ Reduce costes para la empresa debido al ajuste del volumen de la producción.



Representación del concepto kanban en un proceso de producción, poniendo de manifiesto el flujo de información entre ambas operaciones representadas

Un Kanban es, básicamente, una tarjeta que incluye toda la información necesaria para que pueda ser producido un producto ó componente en cada etapa a lo largo de su trayectoria hasta su finalización, y que nos facilita las piezas que son necesarias en los procesos ó etapas siguientes. Con otras palabras, Kanban consiste en un sistema de estas tarjetas, y que cada una de ellas es asignada para cada parte del proceso que es manufacturada, y que se trasladan entre los procesos anteriores y siguientes al mismo.

Estas tarjetas se manipulan para controlar el WIP (*Work in process – Trabajo en proceso*), la producción, y el inventario. Un sistema de Kanban permite que una compañía utilice el JIT, además de que permiten reducir al mínimo los inventarios. De ahí que su estrecha relación con el sistema Pull.

El ciclo de entrega Kanban en Airbus es el siguiente:



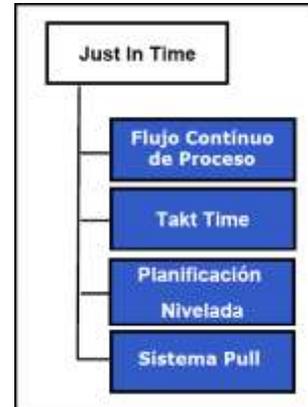
Ciclo kanban en el proceso de producción del HTP A380

El ciclo permite reducir el inventario al mínimo, además de un control preciso del flujo de operaciones de producción.

Kanban forma una parte integral en cualquier sistema Lean Manufacturing y es gobernado por la demanda actual del Cliente.

JIT (Just In Time) ó Justo a tiempo asegura los requerimientos del Cliente en referencia al tiempo de entrega, a la cantidad exigida y a la calidad deseada del producto. Como se explicó en apartados anteriores, el JIT es una filosofía que afecta al proceso productivo, al personal, a la forma de trabajo, a los proveedores, etc., en definitiva, a todo lo implicado en el proceso de producción.

Su definición más completa señala que es un sistema cuyo objetivo principal es la formación de un flujo continuo de material y producto regido por una planificación de producción establecida, secuenciada y nivelada, utilizando la



flexibilidad y los conceptos Lean. Esto implica que los envíos sean de volúmenes pequeños y más asiduos de manera que se disminuya el inventario al mínimo y que el flujo de material y producto requerido sea lo más continuo posible. Esto reduce el Lead Time (*Tiempo de Ciclo*) y otorga una cierta flexibilidad en el proceso a los cambios que se puedan producir de la demanda del Cliente.

Para una planificación considerada en el JIT se debe implantar de forma que le dé estabilidad al proceso productivo en concreto, con esto se introduce en el concepto JIT el término Takt Time, que ya ha surgido en otros apartados y que se explicará en el apartado 4.16. del Presente Proyecto.

Y, por último, para utilizar los conceptos y la flexibilidad Lean se debe tener la destreza de actuar lo más rápidamente posible a la demanda del Cliente, involucrando a ello la eliminación de desperdicios y la reducción del inventario.

4.9 SMED y FMEA

SMED – Single Minute Exchange of Die

SMED ó también conocido como Quick Changeover (*Cambio Rápido*) es un método que analiza y reduce el tiempo necesario para cambiar un proceso, es decir el tiempo desde que se produce una pieza ó producto correcta hasta que se produce la siguiente.



Definición gráfica del concepto SMED

Los objetivos de este método son:

- 📄 La reducción del tiempo de cambio.
- 📄 La eliminación de todas las actividades que no añaden valor a la operación, entre ellas la primera que se puntualizó, el tiempo de cambio.
- 📄 El establecimiento de los estándares de trabajo, de manera que ayude a esta reducción de tiempo.
- 📄 La minimización del tiempo de puesta en marcha del proceso.
- 📄 El aumento de la capacidad de producción, debido a la eliminación de actividades que no añaden valor al producto y, por tanto, un crecimiento en la calidad del producto final con respecto a los requerimientos del Cliente, ya sea por cantidad de producción con la misma calidad, como por entregas a tiempo. El objetivo, la satisfacción del Cliente y una alta competitividad con las empresas del mercado.

El proceso de implantación y ciclo de mejora del método SMED, se puede resumir en los siguientes pasos:

- ✿ *Documentar los elementos.* Consiste en la observación de la situación actual y fundamentar los elementos y los tiempos. Se puede ayudar a estudiar este paso mediante la visualización de un Layout (*define la posición en el espacio y su presentación gráfica de los componentes de un sistema*). Se calculan el tiempo total de todos los elementos, separando los tiempos ocurridos cuando la operación está parada (se denominan como tiempos internos) y cuando la operación está llevándose a cabo (se definen como tiempos externos).
- ✿ *Convertir los tiempos internos en externos.* Para ello se debe completar la preparación y la planificación del trabajo antes de su puesta en marcha. Además, conviene estandarizar los ajustes necesarios, para así no perder ó perder el menor tiempo posible.
- ✿ *Creación de elementos paralelos.* Los elementos paralelos son los realizados al mismo tiempo, de modo que se minimiza el tiempo de operación, ya que la revisión y la determinación del producto es realizado por otra persona, si es necesario.
- ✿ *Reducción de la complejidad / eliminación de los desperdicios.* Supresión de los desperdicios, supondría una eliminación considerable de las actividades sin valor añadido al producto, esto es una reducción del tiempo entre el trabajo realizado de una pieza o elemento y el comienzo de la posterior; además de los desperdicios en torno a la operación in situ, de manera que si se alcanza esta eliminación, se consigue más simplicidad del proceso, además de la ventaja del tiempo, anteriormente comentada.
- ✿ *Creación de un nuevo proceso.* Teniendo en cuenta los desperdicios analizados y eliminados, el siguiente paso es poner en marcha el proceso sin estos contratiempos. Así se crea un nuevo proceso mejorado.
- ✿ *Examinar el nuevo proceso.* Una vez implantado y puesto en marcha, se realiza un nuevo análisis de todo lo anterior, es decir, una búsqueda de nuevos desperdicios que se hayan generado ó que no se tuvieron en cuenta con anterioridad. Para poder, así, tener un nuevo estudio, análisis y eliminación para otra nueva mejora.
- ✿ *Documentar el proceso nuevo.* Consiste en, a partir de la examinación del proceso, comprobar los elementos y los tiempos del proceso. Consecuentemente, de nuevo, se calcula el tiempo total de todos los elementos y se hace una distinción entre tiempos internos y externos.

✿ *Representación del tiempo de cambio.* Antes de volver a reciclar el proceso de SMED, se realiza una comprobación de la situación anterior y la actual, para poder observar si las mejoras generadas han sido fructíferas o no en cuestión de la mejora del proceso en general, a partir del recorte de tiempo de las actividades que no añadían valor al producto. Es una comprobación de los resultados del método con una representación visual de la mejora.

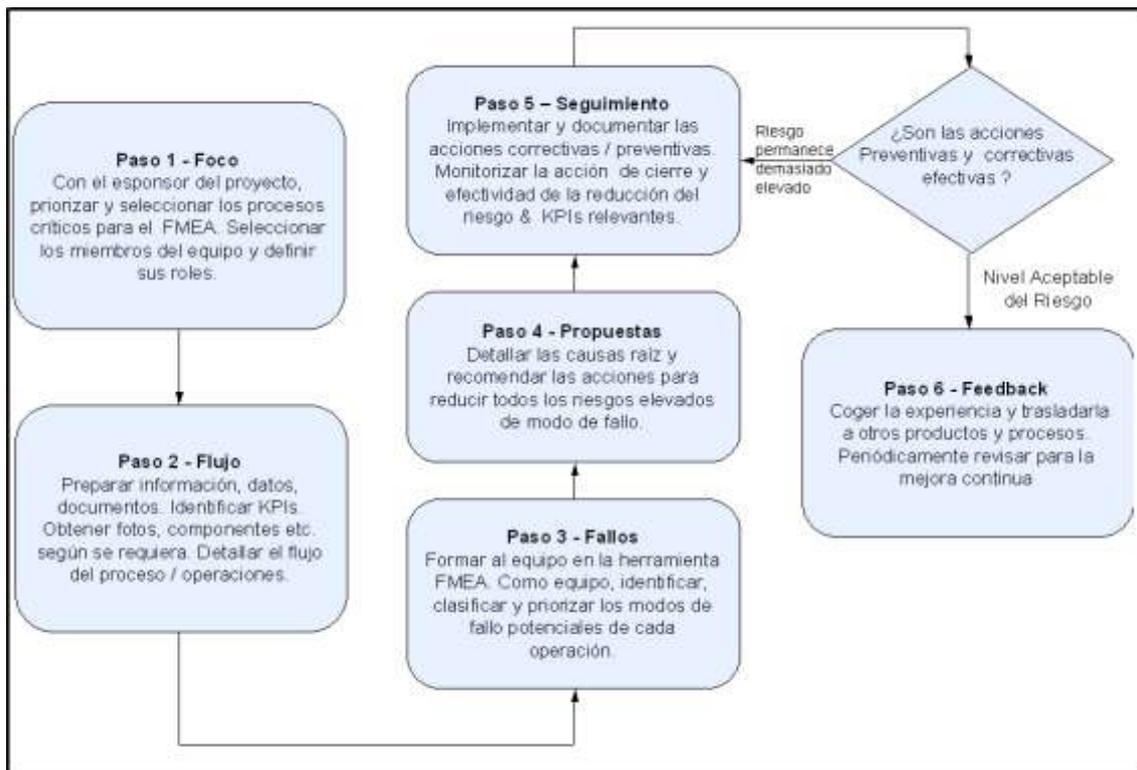
En la tabla siguiente (*figura 4.1.a., adjuntada en el anexo*) se ve representado el estudio SMED del proceso de producción del HTP A380, en la cual se expresan las operaciones que deben mejorarse, las acciones a tomar para reducir el tiempo que suponen cada una de ellas y su clasificación entre tiempo interno y externo. Además se añade en la última columna si ya ha sido eliminado el tiempo en concreto, como se observa se muestra que es una actividad que en este momento se estudia y está en continua mejora. Gran principio del pensamiento Lean, no poner metas fijas.

FMEA – Failure Mode And Effect Análisis – Análisis Modal de Fallos y Efectos del Proceso

FMEA es un análisis sistemático para la identificación de riesgos en el proceso. En función de la identificación de los mismos, se toman unas medidas para mitigarlos en forma de acciones preventivas y correctivas.



Para la implantación de este análisis de riesgo, se utilizan diversas herramientas e informes, pero todos se sintetizan en la siguiente figura:



Herramienta de implantación para el análisis modal de fallos y efectos del proceso (FMEA)

En la herramienta mostrada anteriormente, se resume en 6 pasos para la implantación y ejecución del FMEA, éstas son:

Paso 1 – Foco. Es la etapa donde se seleccionan los procesos críticos para su estudio en el FMEA. Ya escogidos, se selecciona a los miembros del equipo que realizará este análisis de riesgos y sus tareas.

Paso 2 – Flujo. En esta fase se prepara la información de los procesos seleccionados, para luego describir el flujo del proceso.

Paso 3 – Fallos. Se realiza el análisis FMEA identificando los modos de fallos. Se consideran varios efectos de severidad, como las reparaciones que se deben realizar continuamente en el proceso, los problemas de montaje, el retraso en las entregas y el daño a los útiles por ejemplo. Según los efectos producidos se selecciona un nivel de severidad, tal que:

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observaría un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2 - 3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4 - 6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7 - 8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítica que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9 - 10

Clasificación de la gravedad del modo de fallo según la repercusión en el Cliente/usuario

El nivel de gravedad del FMEA nos estará dando también el grado de importancia del fallo desde el punto de vista de sus peores consecuencias, tanto materiales como personales u organizacionales. Siempre que la gravedad esté en los niveles de rango de gravedad superior a 4 y la detectabilidad sea superior a 4, debe considerarse el fallo y las características que le corresponden como importantes, de modo que conviene actuar sobre estos modos de fallo.

Estas características de criticidad se podrían identificar con algún símbolo característico (*por ejemplo un triángulo de diferentes colores*) en la hoja de registro del FMEA, en el plan de control y en el plano si corresponde.

Luego se pasa al cálculo de la frecuencia y la detectabilidad, que son similares al de la gravedad. La detectabilidad indica la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo sea detectado con antelación suficiente para evitar daños, a través de los controles “actuales” existentes a tal fin.

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2 - 3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4 - 5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6 - 8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9 - 10

Clasificación de la frecuencia de ocurrencia del modo de fallo

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2 - 3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4 - 6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento	7 - 8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9 - 10

Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo

Para reducir el índice de frecuencia se debe cambiar el diseño del proceso para reducir la probabilidad de que el fallo pueda producirse ó incrementar los sistemas de prevención (ó mejorarlos) que impidan que se produzca la causa de fallo. Las posibles causas de un alto índice pueden ser: el desuso de protección por parte de los operarios, errores humanos, etcétera. Se usan datos de soporte como concesiones, inutilidades, incidentes de seguridad, etcétera.

Para reducir el índice de detectabilidad se deben aumentar los controles, pero conllevaría a un aumento en el coste. Ó cambiar el diseño para facilitar la detección.

Con todos estos índices se calcula el índice de prioridad de riesgo (IPR):

$$IPR = D \cdot G \cdot F$$

Este índice es una aproximación de la importancia que tiene el modo de fallo, de este modo se puede seguir estudiando la toma de decisiones para la acción preventiva. Su principal misión es dar esa aproximación de la importancia que tiene dicho modo de fallo.

Paso 4 – Propuestas. En esta etapa se acuerdan las acciones para reducir dichos riesgos que han sido cuantificados. De modo que si el IRP toma un valor:

- ⊗ IPR < 25 y Gravedad < 4. El riesgo es medio-bajo y la acción no requiere ser inmediata.
- ⊗ IPR ≤ 25 y Gravedad ≥ 4. El riesgo es medio-alto. Se deben identificar las causas raíces para este fallo, para luego recomendar acciones preventivas o correctivas para mitigar las causas raíces. Esto se repite para cada modo de fallo identificado.

- ④ IRP ≥ 25 . El riesgo es alto-crítico. Al igual que el anterior, se deben identificar las causas raíces para el fallo, consecuentemente se recomiendan acciones preventivas o correctivas para atenuar las causas. Esto se repite para cada modo de fallo descrito.

Paso 5 – Seguimiento. Se implementan las acciones correctivas y preventivas anteriormente analizadas. A continuación se vuelve a clasificar el riesgo. A veces no es posible reducir el riesgo de la gravedad sin un rediseño del proceso, pero generalmente cuando se vuelve a calcular el índice es menor.

Paso 6 – Feedback. En este paso las acciones preventivas han dado resultados y el riesgo ha sido disminuido, pero se sigue con su estudio para la mejora continua. Además de servir para coger la experiencia y trasladarla a otros productos y procesos.

“Si no puede ser medido, no puede ser comprendido; si no puede ser comprendido, no puede ser controlado; si no puede ser controlado, no puede ser mejorado”

Howard s. Gitlow

Director Ejecutivo del Instituto para el Estudio de Calidad y

Profesor de la Escuela de Administración de empresas de la Universidad de Miami

4.10 Poka Yoke y Andon

Poka Yoke – Proceso Prueba-Error

Poka Yoke es un proceso de mejora que promueve seguridad y previene daños tanto al personal como a la maquinaria, añadiendo perfeccionamientos a la calidad. Este sistema produce paradas al proceso cuando se produce defectos que puedan entrañar un riesgo a la seguridad, además elimina (*en parte*) el error humano. Antes de explicar en qué consiste Poka Yoke, hay que destacar la diferencia entre defecto y error, para poder así entender a la perfección el concepto Poka Yoke.

Defecto. Es la desviación de las especificaciones, es decir, la variación a los requerimientos del Cliente.

Error. Es la variación del proceso pronosticado.



De modo que todos los defectos están causados por errores y no todos los errores generan defectos.

El error humano es inevitable, ya que estamos limitados por la visión, el oído y la habilidad en la repetición. Por ello, no se debe culpar de los errores humanos porque la mayoría no son intencionados y altera el entorno de trabajo. Poka Yoke intenta evitar estos errores, además de muchos otros que se puedan originar por la maquinaria.

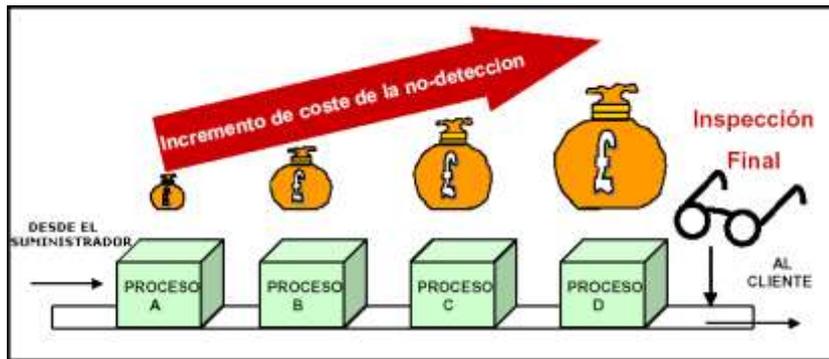
Los Beneficios de la utilización del sistema Poka Yoke se pueden clasificar en dos grandes grupos:

➤ *Mejora el entorno de trabajo.* Se produce un enfoque más centrado en las habilidades de los trabajadores que en los problemas o errores que puedan ocasionar.

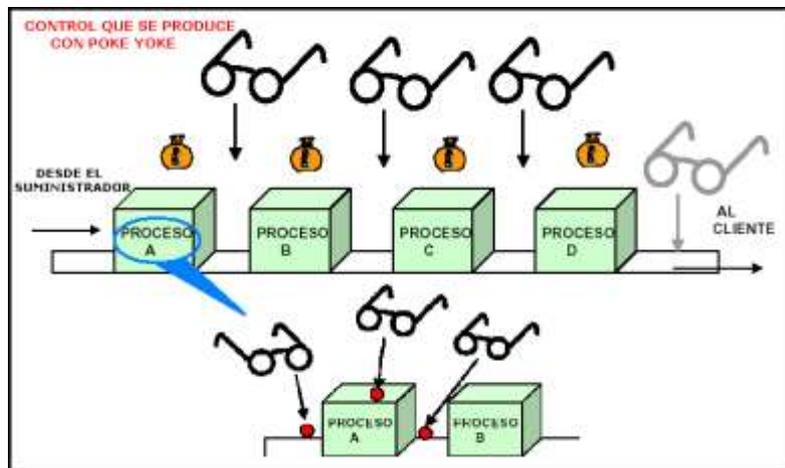
➤ *Productos con mayor calidad.* Obliga a que los procedimientos operacionales se cumplan, esto implica el aseguramiento de la calidad, del producto generado, en el momento y no en la inspección de después. La inspección tardía es cara, de manera que el control que presenta Poka Yoke empieza en el operario y no en la terminación del proceso. Esto representa una reducción de coste económico al no propagar el error por el proceso, además de da la posibilidad de encontrar la causa de un error con mayor facilidad. Existen tres tipos de comprobaciones en cada proceso, además de entre los mismos, y son:

- *Origen (comprobación de error antes del comienzo del proceso).*
- *Propia (comprobación de error durante el proceso).*
- *Sucesiva (comprobación de error después del proceso y antes de que empiece el siguiente).*

También reduce costes y desperdicios, gracias a la eliminación de posibles acciones incorrectas que se puedan producir por múltiples motivos.



Control tradicional, al final del proceso
Control Poka Yoke, durante el proceso



De este modo, se detecta el error, se responde a él (*Acción Correctiva*) y se establecen vías a prueba de error (*Acción Preventiva*). Hay, por tanto, cuatro métodos en el Poka Yoke:

- Eliminación. Consiste en el rediseño del sistema para la supresión de la oportunidad de error.
- Facilitación. Radica en el abastecimiento de modelos para minimizar esta posibilidad de error.
- Mitigación. Se fundamenta en la reducción del resultado del error si la consecuencia puede perjudicar al Cliente.
- Señalización. Se basa en los procedimientos que garanticen que todos los defectos son localizados y suprimidos antes de cualquier exportación al Cliente.

En resumen, la actividad de Poka Yoke es, fundamentalmente, preventiva de modo que su objetivo primordial es la eliminación de la posibilidad de que ocurra un error. Se

puede clasificar la acción de Poka Yoke, o su idealidad en cinco niveles, según la importancia en el mismo:

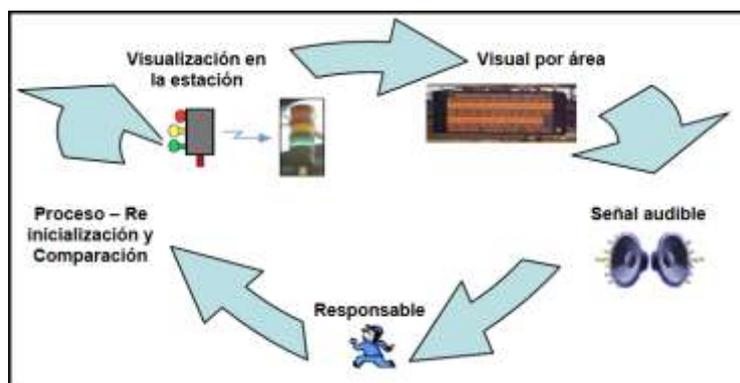
- ⇒ *Prevención*. Es el tipo de actividad más importante en Poka Yoke, si se suprimiese toda posibilidad de error, no existirían los demás tipos de actividad.
- ⇒ *Detección*. Si, aún con la prevención, ha ocurrido un error, la detección lo identifica inmediatamente después de que haya sucedido.
- ⇒ *Inspección*. Se examinan todas las piezas que se han producido para garantizar que no hay mayor número de errores que los identificados.
- ⇒ *Mejora*. Consiste en las mejoras que se deben llevar a cabo para la simplificación del proceso y no vuelva a ocurrir los errores identificados.
- ⇒ *Ayuda*. Procedimientos que pueden apoyar la metodología del trabajo realizado anteriormente.

Andon

Andon (*su traducción literal es “farolillo”*) es un control visual que posibilita al operario a solicitar ayuda cuando se produce una irregularidad. De modo que este control sólo se dedica a la identificación del problema, no a la resolución del mismo.

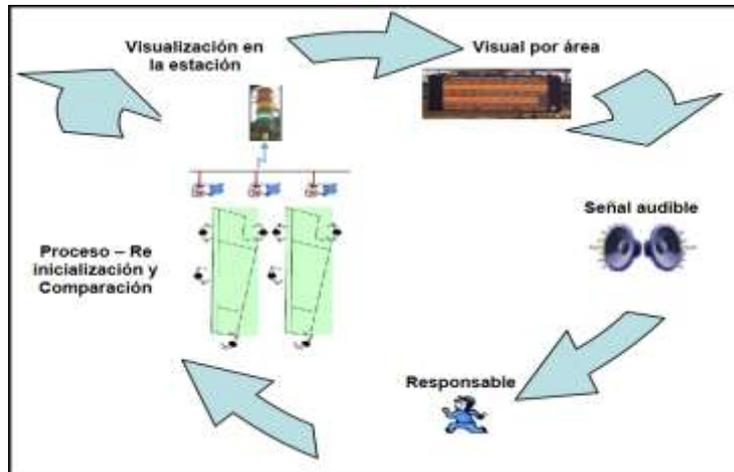
Andon tiene muchos formatos de visualización distintos y evoluciona mediante el Kaizen o Mejora Continua. Los formatos más generales son:

- Parada de posición fija. La llamada de la anomalía la realiza el operario, para que, a continuación, se produzca una indicación visual en el proceso que pasará a una pantalla de control de los mismos. Luego el responsable del proceso responde al error, se reinicia el sistema y, por último, el equipo compara los datos y las causas del tiempo de parada.



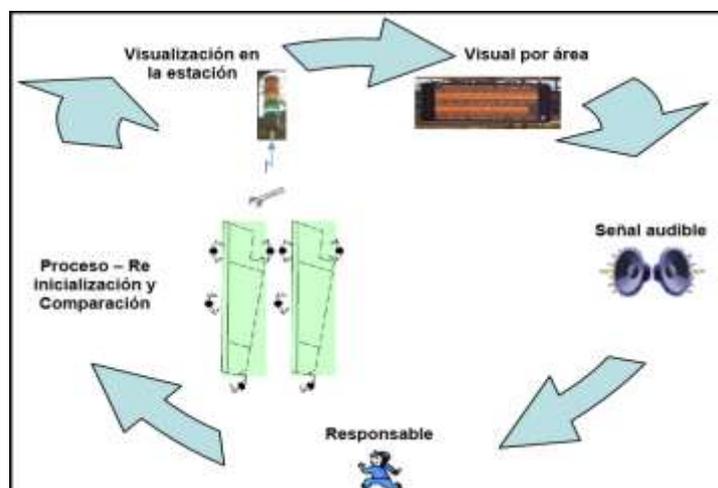
Andon, formato de parada de posición fija

- Flujo. Es un formato igual al anterior, pero con la diferencia de que el sistema está en flujo y, por tanto, la llamada la hace el operario correspondiente al proceso en el que ocurre la anomalía.



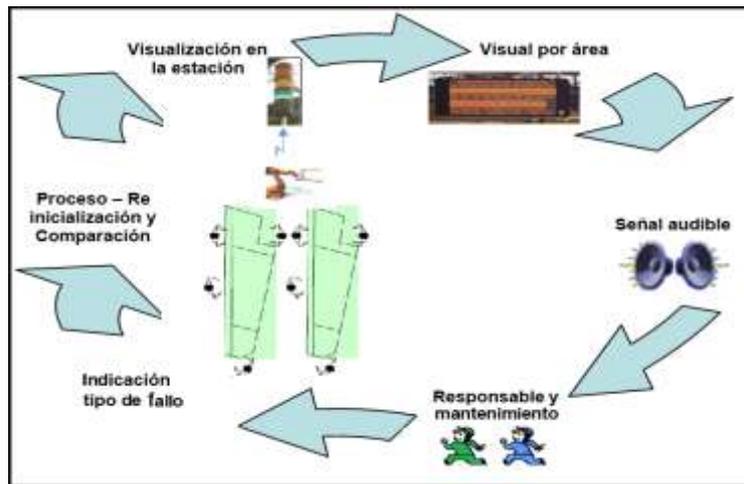
Andon, formato de flujo

- Jidoka. La diferencia de este formato es que la llamada se produce automáticamente por el equipo, por lo demás sigue el mismo esquema de funcionamiento.



Andon, formato de jidoka

- Equipo. Al igual que el Jidoka, la llamada se produce automáticamente desde el equipo, pero a diferencia del mismo la respuesta recae sobre el responsable del proceso y de mantenimiento, de modo que se identifica el tipo de fallo que se ha producido y se reinicia el sistema.



Andon, formato de equipo

4.11 TPM – Total Productive Maintenance – *Mantenimiento Productivo Total*

TPM orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un método que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye “cero accidentes, cero defectos y cero fallos” en todo el ciclo de vida del proceso productivo. De este modo, entre los sistemas sobre los que se basa la aplicación Kaizen, se encuentra el TPM, que a su vez hace viable al otro sistema que sostiene esta aplicación que es el sistema Just In Time.

El TPM es, en la actualidad, uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total. Todas las herramientas, que hasta ahora se han comentado, están implícitas en la tarea de implantar el TPM, como muchas otras, ya que busca la mejora en un nivel máximo de la calidad, el tiempo y el coste de la producción. La guía que se sigue para su implantación es:

- Revisión y análisis de la documentación de máquina.
- Preparación de check-list (*listas de control/verificación*) con datos obtenidos.
- Adquisición de los paneles TPM y distribución de la documentación en dichos paneles.
- Preparación y seguimiento de los índices de producción y de calidad, como el OEE (*overall effectiveness equipment – indicador de rendimiento global de los*

equipos. Es el cociente entre lo que realmente se ha realizado y lo que podríamos haber realizado en condiciones óptimas).

- Formación de operarios de producción en TPM.
- Formación de operarios de limpieza en TPM.
- Inicio de check-list.
- Implantación y seguimiento.



Panel TPM de la máquina de taladrado de la costilla 1 ó AD del HTP A380

Se persigue un resultado final, que con la implementación del Mantenimiento Productivo Total, se traduce en un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo. Con ello, se puede resumir los objetivos del TPM:

- ✓ Maximizar la **eficacia** de los equipos.
- ✓ **Involucrar** en el mismo a todos las personas y equipos que diseñan, usan o mantienen los equipos. Es decir, involucrar a todos los empleados, desde los trabajadores a los directivos.
- ✓ Promover el TPM mediante motivación de grupos activos en la empresa.
- ✓ Cero averías en los equipos. Plan de **Mantenimiento** para la vida total de los equipos.
- ✓ Cero defectos en la producción.
- ✓ Cero accidentes laborales.
- ✓ Mejorar la producción.

- ✓ Minimizar los costes.

Como todos los sistemas de implantación, tiene sus inconvenientes:

- ✗ Proceso de implementación lento y costoso.
- ✗ Cambio de hábitos productivos.
- ✗ Implicación de trabajar juntos todos los departamentos de la empresa.

4.12 TIP – Tactical Implementation Plan - *Plan de Aplicación de Tácticas*

TIP significa Plan de Aplicación de Tácticas, es decir, es la planificación de todas las herramientas anteriormente comentadas en cada fase del proceso para la instauración de la filosofía Lean Manufacturing.

En Airbus, el TIP está reglado por las etapas de desarrollo e implantación en cada una de las fases del proceso de producción del HTP A380 (*siete en total, como se comentó en el anteriores apartados del presente proyecto*). Luego tienen un apartado especial las tareas dedicadas a FMEA, SMED, Gestión del cambio y, por último, las reuniones de coordinación y el seguimiento semanal de todo el proceso de implantación. Todas estas tareas se estudian día tras día, representando el TIP en papel de cara a todos los departamentos. Además se constar el responsable y la persona de apoyo en cada tarea, figura en el intervalo de los días/semanas/meses el comienzo y la finalización teóricos de cada tarea. De este modo, se comparan los datos de tiempo teóricos con los reales, además de visualizar con facilidad cuáles son las tareas retrasadas y cuáles adelantadas.

Los ítems ó pasos que el grupo OSP sigue con la ayuda del TIP son:

Ítems Del Tip

1. Clarificación del objetivo del grupo y detección de necesidades.
2. Acciones de impacto alto y de ejecución inmediata
3. Mejoras en el proceso de B.A., Tips, Tapas BS y Timones
4. Calcular y establecer “TAKT Time ” entre fases.
5. Conseguir máximo nivel de integración de las piezas. Análisis global de la línea
6. Eliminación de Desperdicios. Balanceo de la línea
7. Implantar SOL's
8. LAY-OUT

9. Analizar necesidad de submontajes. Estudiar necesidad de área de subconjuntos.
10. Implementar Kits y lote.
11. Estudiar y optimizar stocks de seguridad piezas en Almacén -> KANBAN.
12. Estudiar y optimizar stocks de seguridad normales.
13. Establecer "Quality Gate" entre estaciones
14. Desarrollo e implementación Poka-Yoke
15. FMEA
16. SMED
17. Gestión del cambio
18. Reuniones de coordinación semanales
19. Reunión de seguimiento semanal
20. Ideas de Mejoras

El TIP más usual, implantado desde Septiembre de 2008, para el estudio y seguimiento de la implantación Lean en cada fase del proceso es el que muestra la figura 4.12.a. (*adjuntada en el anexo del presente proyecto*).

La forma de rellenar los Road Maps, que normalmente, son TIP's, es la siguiente:

Grupo 1		ROAD MAP PUERTO REAL																				Comentarios										
No	Acciones Detalladas	Resp	jun-08																													
			SEM 22					SEM 23					SEM 24					SEM 25					SEM 26									
			L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V					
1	Definir Kits y lotes																											CERRADA				
2	SMED																											ACCION ADELANTADA				
3	FMEA																											ACCION RETRASADA				
4	5C'S																											ACCION EN CURSO				
5	Meetings / Reviews																															
5.1	Reuniones semanales de revisión de proyectos																						5.1.1									

Estructura para rellenar los TIP's

Se pueden realizar distintos tipos de TIP, el más usual es el anteriormente comentado, pero también tiene utilidad otro tipo que personifica las tareas según los objetivos cumplidos, los desperdicios que frenen el proceso en cada fase del mismo, las mejoras en el sistema, el estudio de los Takt Time entre fases, implantación de SOI's (*instrucciones de operaciones estándar*), Lay-out actual y actualizado, Kanban, Poka

Yoke....etcétera. Es decir toma referencia de los ítems anteriormente expuestos (figura 4.12.b., adjuntada en el anexo del presente proyecto).

Además de estos dos, como se ha dictado antes, los TIP's pueden ser utilizados en cualquier tipo de actividad y contenido, de manera que sirve para planificar las tareas, tomar un seguimiento continuo de las mismas y verificar si el proceso alcanza las fechas establecidas y si no es así, ayuda a definir los frenos de las operaciones analizadas.

4.13 5 Box Report – Informe de los 5 cuadros

5 Box Report es una representación visual y ordenada del seguimiento de implantación del Lean por ALPS. En él se esquematizan 4 recuadros principales, los cuales representan los logros alcanzados, los soportes requeridos, los frenos y los próximos pasos. Es una forma de simplificar los pasos para avanzar en la implantación de la filosofía Lean en el proceso de producción.

SEGUIMIENTO DE IMPLANTACION ALPS
HTP A380 AIRBUS PUERTO REAL
GRUPO Opt. Sist. Producción

GRUPO DE SEGUIMIENTO IMPLANTACION LEAN FECHA:

LOGROS ALCANZADOS

SOPORTE REQUERIDO

PRÓXIMOS PASOS

FRENOS

ALPS

Estructura general de 5 Box en la implantación de Lean en el proceso de producción del HTP A380

Estas representaciones se actualizan a diario en el seguimiento semanal, pero no son cambiadas por las anteriores hasta la semana siguiente. De manera que “obliga” a tener que estar avanzando porque indica directamente los pasos a seguir en el Lean y hace ver los frenos del proceso. (Ver ejemplo en el anexo, figura 4.13.a)

SEGUIMIENTO DE IMPLANTACION ALPS
HTP A380 AIRBUS PUERTO REAL
GRUPO Opt. Sist. Producción

GRUPO DE SEGUIMIENTO IMPLANTACION LEAN FECHA: 14/11/08

LOGROS ALCANZADOS

- Workshop SOI's.

SOPORTE REQUERIDO

- Procurement.
- Departamentos implicados en FMEA y SMED.
- 5C's.

FRENOS

- Falta de recursos para avanzar en el análisis de valor, plan de acción resultante, cuadros de secuenciación y SOI's de Estación VII.

PRÓXIMOS PASOS

- Análisis, cuadros de secuenciación y SOI's de Estación VII.
- Reunión con los departamentos implicados en el SMED y FMEA.
- Reunión de coordinación con grupos FTQ y LSD.
- Seguimiento cuadro Evolución Económica.

Ejemplo del seguimiento de la implantación Lean y la aplicación de 5 Box.
Ejemplo con fecha 14 de Noviembre de 2008

4.14 Paneles SQCDP – Safety, Quality, Cost, Delivery and People – *Paneles de Seguridad, Calidad, Coste, Entrega y Personal*

Los paneles SQCDP son aquéllos que sirven de guía práctica como indicadores en el Taller. Existen cinco indicadores, que son: Seguridad-Salud Laboral-Medio Ambiente, Calidad, Coste, Entregas y Personal. Cada indicador tiene unas plantillas generales de seguimiento: Visual, Diario, Mensual e Incidencias, además todos los paneles SQCDP incorporan una zona de información adicional, relacionada con temas de interés dentro de la Nave, que complementarán la información definida para cada panel.

VISUAL					
DIARIO					
MENSUAL					
INCIDENCIAS					

Tabla resumen de los Indicadores SQCDP implementados en los departamentos y en el Taller de Producción

El primer día laborable de cada mes, cada indicador será actualizado al nuevo mes por el responsable a lo largo del turno de mañana, para poder, de esta manera, proceder la producción a la reunión de fin de turno de mañana y registrar las incidencias. Asimismo todas las incidencias que no hayan sido cerradas en el mes anterior, seguirán abiertas el mes siguiente, y registradas en los paneles correspondientes para su seguimiento. Todas las incidencias cerradas serán recogidas y archivadas cada mes para posibles consultas, estudios ó análisis. Cada responsable de cada área podrá anexar al archivo, disponible en el panel, los indicadores del mes finalizado.



Foto tomada en Enero de 2009, representando los paneles en el Taller de Producción del HTP A380

Los objetivos del panel SQCDP son múltiples, en primer lugar da una visión clara y rápida de la situación de la Nave en la que se encuentra. Dando un vistazo rápido, se da cuenta de si hay algún problema, cuáles son, en qué área están centrados los mismos, si hay bajas laborales, si han subido los costes ó si llevan algún tipo de retraso. Todo ello de forma esquemática y clara. Teniendo en cuenta este claro, y principal, objetivo, hay que añadir que contribuye a que todos los departamentos trabajen en conjunto y alineados, es decir, como dicta la filosofía Lean, todos los empleados son parte del proceso y todos son los responsables de que la calidad del producto hacia el Cliente sea la mejor.

Este panel está visible en el taller para todos los empleados, de modo que su utilización corre a cargo de todos los operarios y departamentos.

Indicador	Controlado por	Cumplimentado por	Actualizado por
(S) Seguridad – Salud Laboral – Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> •Departamento de Seguridad/Salud Laboral/Medio Ambiente y transmitido al responsable correspondiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Producción • Departamento de Seguridad/Salud Laboral/Medio Ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Seguridad/Salud Laboral/Medio Ambiente
(Q) Calidad	<ul style="list-style-type: none"> •Departamento de Calidad •Verificación 	<ul style="list-style-type: none"> •Departamento de Calidad •Verificación 	<ul style="list-style-type: none"> •Departamento de Calidad •Verificación
(C) Coste	<ul style="list-style-type: none"> •Departamento de Programas •Producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Programas
(D) Entrega	<ul style="list-style-type: none"> •Departamento de Programas •Producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Programas
(P) Personal	<ul style="list-style-type: none"> •Departamento de Recursos Humanos y transmitido al responsable correspondiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Recursos Humanos

Tabla resumen de los paneles SQCDP

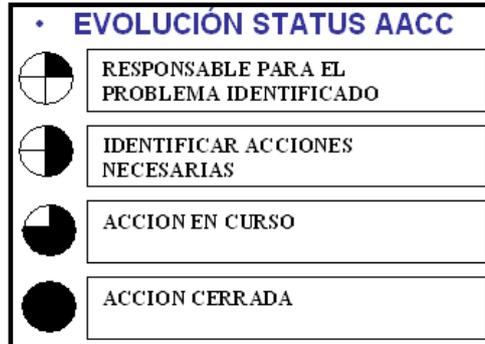
Seguridad – Salud Laboral – Medio Ambiente (S).

<p>Indicador de Seguridad</p>		<p>El departamento de producción marca en rojo el día en cuestión y el turno en el que se ha producido alguna incidencia. Si no ha ocurrido ninguna incidencia se marca de color verde el día en concreto.</p>
<p>Seguimiento Diario</p>		<p>Se distingue tres cruces y que en cada una de ellas están expuestos los días del mes. Las cruces representan a los accidentes con baja, a los accidentes sin baja y a los incidentes. Los días se rellenan en color según si ha ocurrido algún accidente o incidente; si es así se rellena de color rojo y sino en color verde el día correspondiente. La cruz perteneciente a los incidentes es rellena por el departamento de Producción, las otras dos son completadas por el departamento de seguridad, salud laboral y medio ambiente.</p>
<p>Seguimiento Mensual</p>		<p>Su función es meramente informativa sobre los riesgos detectados en el área en la que se encuentra. Esta plantilla es analizada y actualizada por el departamento de seguridad, salud laboral y medio ambiente que es el encargado de estudiar los riesgos y garantizar al máximo la seguridad el personal y la maquinaria del área.</p>
<p>Seguimiento de Incidencias</p>		<p>Si existiera una incidencia es obligatorio rellenar esta plantilla con los campos correspondientes.</p>

Calidad (Q).

En primer lugar, antes de explicar este indicador hay que realizar un inciso sobre las definiciones de “Quejas de Cliente”, “HNC” e “ID”, para poder así comprender a la perfección la función del indicador Q.

Quejas de Cliente. Éste es un tipo de documento en el que el Cliente comunica que quiere un determinado producto de una forma concreta y que no lo está recibiendo así. Las Quejas de Cliente, normalmente, son documentos que se transmiten vía email, en los cuales se especifica el tipo de problema que existe, además de incluir una foto ó un plano para una explicación con mayor claridad del problema. Este documento no sólo puede recibirse de los Clientes externos, también se designan “Quejas de Cliente” a las especificaciones de otras plantas de Airbus, ya sea Illescas, Getafe ó de otras plantas extranjeras. A continuación se representa la evolución que se lleva a cabo con las Quejas de Clientes, significando AACC, Acciones Correctoras, es decir un conjunto de actividades emprendidas para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable.



HNC (Hoja de No Conformidad). Es un documento que indica que existe un problema, una “no-conformidad” con una pieza en concreto. Se anexa, generalmente, una foto ó plano de la misma con el problema indicado. Este documento indica que la pieza ha llegado del proveedor correctamente y que ha ocurrido un error, ya sea humano ó de los equipos, mientras se estaba trabajando en él. Se abre un HNC para indicar lo ocurrido, de modo que se estudia la reparación y se da la confirmación de que se realice la misma.

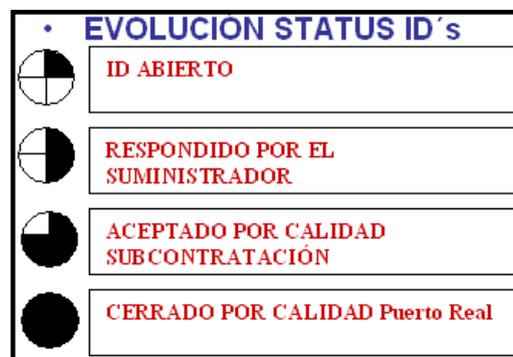
El proceso, por tanto, es el siguiente: El departamento de Verificación se encarga de abrir el HNC, ya sea por una revisión suya ó por el departamento de producción que

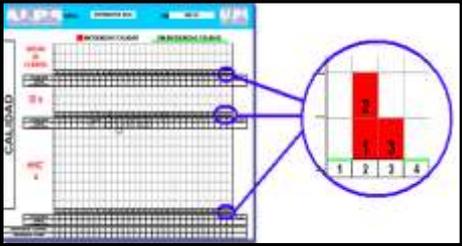
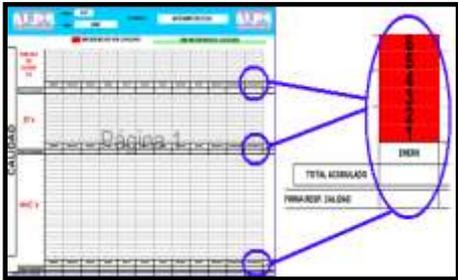
trabaja con la pieza. La disposición, es decir la solución posible del problema, la cumplimenta IRM para que a continuación el departamento de Producción se encargue de revisar esta solución y comprobar que es viable para su realización. Cuando ya está la reparación terminada, el departamento de Calidad es el encargado de revisar si se ha producido y que está en buen estado. Es en este momento cuando la HNC se cierra. Su evolución se ve indicada en el panel SQCDP de esta forma:



ID (Informe de Discrepancia). Es un documento en el que se expone una disconformidad con una pieza que ha sido enviada por un proveedor ó por otra planta de Airbus. Se designa los datos del envío, la causa de la discrepancia y la acción correctora.

El ID se abre a causa de una discrepancia con el envío de una pieza, se remite al suministrador de la misma. Cuando el suministrador haya dado su respuesta sobre la acción correctora, el departamento de calidad acepta ó rechaza esta propuesta. Por último, es el departamento de Calidad el que se encarga de cerrar la ID cuando el problema esté solucionado y el envío de la pieza sea el correcto.

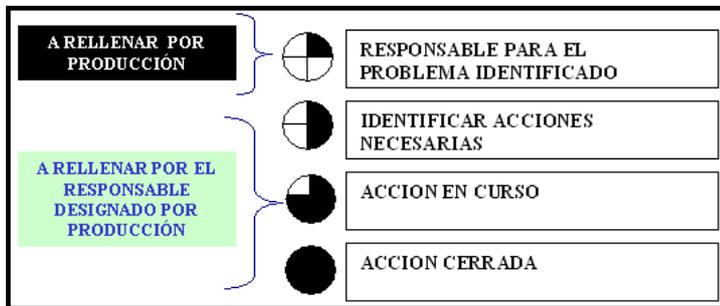


<p>Indicador de Calidad</p>		<p>Este indicador señala si existe alguna “Queja de Cliente”, “HNC” ó “ID”, indicando, si es así, el día en el que se ha producido y en el turno en el cual ha ocurrido. En este tipo de indicador tienen participación los departamentos de: Verificación, IRM (<i>Ingeniería de Revisión/Resistencia de Materiales</i>), Producción y, por último, Calidad.</p>
<p>Seguimiento Diario</p>		<p>La plantilla de seguimiento diario está clasificada en tres bloques, que son: las Quejas de Cliente, las HNC's y los ID's. En cada bloque están expuestos los días del mes, de manera que si no ha ocurrido ni existe ninguna incidencia de las comentadas anteriormente, el día en concreto se pintará con una línea de color verde. Si no es así, se dibujará de color rojo un recuadro que estará ubicado en el bloque y el día correspondiente, para así indicar que existe una incidencia. Se le asigna un número a cada incidencia para tener un control del total de eventualidades que se han producido. Si ocurre la misma incidencia, se le establece el mismo número con el que se determinó la primera vez.</p>
<p>Seguimiento Mensual</p>		<p>La plantilla del seguimiento mensual obtiene la misma dinámica que la de seguimiento diario. Está dividida en tres bloques, cada uno de ellos para cada incidencia explicada anteriormente, y su forma de rellenar es a través de los colores rojo y verde, según existan o no incidentes. De manera que si existen se rellenan de color rojo y se le asigna un número de incidencia para tener un control del mismo. La única diferencia con el seguimiento diario, es que se realiza la actualización mensualmente, de forma que se agrupan los incidentes del mes acumulados.</p>

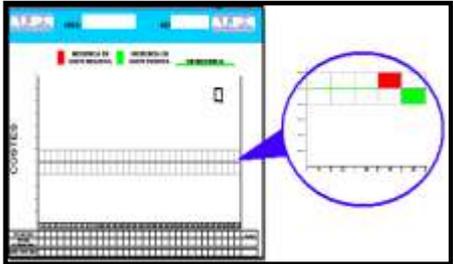
Seguimiento de Incidencias	En la plantilla de incidencias se encuentran los informes de Quejas de Clientes, HNC e ID y sus evoluciones.
----------------------------	--

Costes (C).

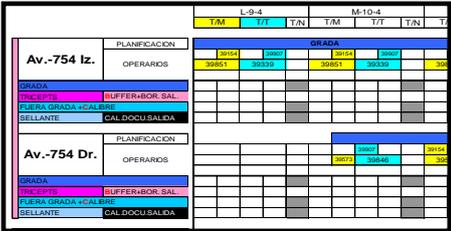
En primer lugar se expone el cuadro explicativo sobre la evolución de las acciones correctivas que se señalan en este indicador. De forma que se manifiesta los departamentos implicados en este indicador, así como de la forma de completarlo para la información de cualquier persona que observe el panel.



Evolución del estado de las acciones correctivas y la etapa correspondiente a cada departamento implicado

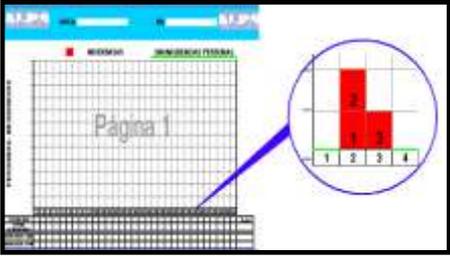
Indicador de Costes		<p>El indicador de costes muestra si existe alguna desviación de costes unitarios (<i>Incurridos</i>). Como en los demás indicadores, la plantilla de seguimiento visual del indicador de coste se completa a diario rellenando el día y el turno que sea en ese momento de color verde o rojo según exista o no algún coste unitario ó incurrido.</p>
Seguimiento Diario		<p>Si existe una desviación <u>negativa</u> de coste unitario se rellena de color rojo, si no existe, se dibuja una línea de color verde y si existe una desviación <u>positiva</u> de costes unitarios se rellena el recuadro de color verde.</p>
Seguimiento Mensual		<p>La plantilla de seguimiento mensual continúa la misma dinámica que la de Calidad. Se rellena de color rojo si existe algún incurrido y se enumera en el mes que corresponda, de forma que se registra y controla cada mes todos los costes unitarios negativos ó positivos que han ocurrido en el mismo.</p>
Seguimiento de Incidencias		<p>En la plantilla de seguimiento de incidencias se marcan los campos en que se hayan producido la incidencia y la evolución de la misma en curso de la producción. El departamento de Producción completa los campos y designa el responsable de la acción a tomar, de modo que el responsable identificado firmará una vez resuelta la incidencia en el panel rellenando a su vez la evolución del status de la misma.</p>

Entregas (D).

Indicador de Entregas		<p>Este indicador es cumplimentado por el departamento de Producción y actualizado por el de Programas. En el indicador se muestra si las tareas planificadas para la jornada laboral están siendo realizadas o no. De modo que se complementa según sea:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Rojo. Las tareas planificadas o previstas no están llevándose a cabo para la jornada laboral en concreto. ■ Ámbar. Las tareas planificadas o previstas no están llevándose a cabo para la jornada laboral en concreto, pero sí las tareas atrasadas. ■ Verde. Las tareas planificadas o previstas sí se están llevando a cabo para la jornada laboral en concreto.
Seguimiento Diario		<p>Está indicada la planificación de entregas de Airbus, de cada avión existe una fecha establecida para cada una de las fases. Las líneas de cada fase deberán ser cumplimentadas por el mando de taller diariamente al final de cada jornada, utilizando la secuencia de colores indicada previamente.</p>

Seguimiento Mensual		<p>Es una representación visual de las entregas reales frente a las planificadas. La línea de color azul en la columna de cada mes indica el número de entregas planificadas en ese mes. Se añade, además, en esas columnas los aviones en concreto que están planeados entregar. Esto es preparado por el departamento de Programas. El departamento de Producción, concretamente el mando de taller, es el que actualiza cada vez que se produce una entrega. En la columna del mes en el que se ha entregado, se cumplimenta el número de avión, el día en el cual se ha entregado el mismo y los elementos ó partes de las que se componen el avión entregado. La secuencia de colores consiste en que si el recuadro de la entrega está rellenado de color verde, el avión está entregado en fecha y si está de completado de color ámbar el avión está entregado fuera de fecha, es decir, con retraso. De esta forma se lleva un control de todas las entregas y está disponible esta información para todo el personal de la fábrica.</p>
Seguimiento de Incidencias		<p>Para justificar el motivo del retraso de las tareas se rellenará el panel de seguimiento de incidencias, en el cual se indica el número de la incidencia acompañado por S ó Q ó C ó D ó P delante de éste para conocer el motivo de la incidencia. El mando de taller rellena el día y la fase en la cual se ha producido la misma y se explica oportunamente en el parte de incidencias. También se completará la columna que indica la causa que ha provocado la incidencia en la entrega, ya sea por falta de piezas, de personal, por HNC pendientes, etcétera.</p>

Personal (P).

<p>Indicador de Personal</p>		<p>En este indicador toman parte los departamentos de Recursos Humanos y Producción, y muestra cualquier incidencia causada o relacionada de algún modo con las personas del entorno laboral, ya sean trabajadores internos o externos (contratas). La plantilla de seguimiento visual se actualiza a diario a través de la cumplimentación de los días y turnos correspondientes con colores, ya sea verde porque no ha habido ninguna incidencia ó rojo porque sí haya existido alguna situación anormal en relación con el personal.</p>
<p>Seguimiento Diario</p>		<p>El seguimiento diario sigue la misma pauta de colores, pero de forma que acumula todas las incidencias que ha ocurrido en un día, así se tiene un control y recuento de cuántas situaciones anormales se han producido. En estas plantillas tienen que firmar tanto el responsable del departamento de Recursos Humanos como el de Producción.</p>
<p>Seguimiento Mensual</p>		<p>En la plantilla de seguimiento mensual se toma como hoja informativa sobre el absentismo del personal en el área. Esta representación de este dato es analizada y actualizada por el departamento de Recursos Humanos. Donde se representan los meses del año frente al importe perdido debido al absentismo.</p>
<p>Seguimiento de Incidencias</p>		<p>En el caso de la plantilla de incidencias, las que han sido indicadas en las plantillas visual y diario, son explicadas y extendidas con mayor detalle en esta plantilla. En ella se expone el número de incidencia el cual se le ha asignado, la fecha en la que se ha producido, la fase ó estación en la que ha tenido lugar y, por último, una breve explicación descriptiva de la incidencia en concreto. Además de las posibles soluciones de la incidencia.</p>

Todo lo explicado anteriormente, está de forma visual para todo el personal en la zona de Producción, en el taller. De esta forma todos los operarios, ingenieros, directivos, clientes y demás están al corriente de una manera breve y rápida de lo que ocurre en la Nave, de si hay retraso con las entregas, de si se cumple todas las normas de seguridad, de si hay alguna baja laboral, de cómo está el absentismo en la Nave y, por ejemplo, de si existe algún problema con algún proveedor, equipos, etcétera. En definitiva, los paneles SQCDP proporcionan una visión global del trabajo de todo el área.



Panel SQCDP

Además de estos paneles, existe una zona destinada a información adicional relacionada con temas de interés del área. Asimismo complementan la información definida en los paneles SQCDP.

Aparte de todas estas ventajas, la implementación del Lean en la producción del HTP A380 (y en otras producciones de la planta), culmina los objetivos de los paneles SQCDP estableciendo unas reuniones al principio y al final de cada turno de trabajo. De manera que la reunión del principio del turno laboral tiene como objetivo la asignación y el reparto de tareas, observando y analizando el panel SQCDP. Esto se realiza con la ayuda de un análisis del turno anterior con la información que proporciona los paneles.

La reunión de final de turno tiene como objetivo la comprobación del grado de cumplimentación de las tareas previstas en la reunión de principio de turno. Esta comprobación la realiza, delante de todos los operarios del turno, el mando de taller ó el Team Leader. En ella se produce un análisis de las incidencias ocurridas a lo largo del turno y se reflejan en los indicadores del panel (*lo cumplimentan los mandos del taller*), exceptuando el indicador Q, ya que lo cumplimentará el responsable de Calidad del área. También toma lugar la revisión de la ejecución de las tareas realizadas en el turno de trabajo.

Ejemplos reales de los paneles SQCDP han sido introducidos en el anexo del presente proyecto.

4.15 SOI's – Standars Operations Instructions – *Instrucciones de Operaciones Estándars*

Una operación estándar está basada en movimientos humanos eficientemente diseñados y en métodos de trabajos seguros garantizándose de este modo tanto la eliminación de desperdicios como la correcta utilización de herramientas y equipos.

La SOI (*Instrucción de Operación Estándar*) es la manera de estandarizar todas las actividades, de modo que estas hojas de trabajo estándar enseñan los movimientos humanos que se realizan para realizar una determinada tarea en la producción. Esto hace que el trabajo se haga de la misma manera por todo el personal. En definitiva, estas instrucciones ayudan al operario a ser más eficaz, asegura a seguir con el mismo proceso y del mismo modo, y elimina posibles desperdicios que se pudiesen ocasionar a causa de la forma de trabajar ó la secuenciación de la tarea a realizar.

Esta documentación, que le es entregada al operario, sirve como referencia en el área de trabajo para garantizar la seguridad, la calidad y la productividad del proceso de producción. Con ello, además de asegurar la misma calidad al producto, es una forma fácil de estudiar tiempos e impedimentos a la hora de ejecutar una operación. Asimismo acomoda el análisis de los problemas y acelera el proceso de solucionar dichos desperdicios. Además facilita el entrenamiento de otros procesos que puedan surgir y de otros operarios que no frecuentes esa área de trabajo, ya que la experiencia de otros operarios especialistas se incluye en los estándares. Es una gran ayuda para la implementación del Lean Manufacturing en el proceso de producción del HTP A380.

La herramienta que se utiliza para la realización de las instrucciones estándares es la SOI (*figura 4.15.a.*). Está dividida en 4 partes fundamentales:

1. Encabezado. En el cual se designa la operación que está definida en la SOI, el número de operación que es, el número de SOI, el área de trabajo (*HTP A380*), etcétera.
2. Apartado derecho. Parte que es meramente para información adicional, normalmente en ella se encuentra situada las fotos de equipos, de instrumentos ó herramientas a utilizar en la operación definida en la SOI correspondiente.
3. Sección central. Se sitúa la descripción de la operación, fraccionada en todas las tareas que la conforman.
4. Pie de página. Información diversa sobre: seguridad laboral (*descripción de los equipos de protección individual, EPI, a utilizar para realizar la operación*), medio ambiente (*normas aplicadas según sea la operación*), gradas útiles (*elementos y gradas ó fases que son necesarias para la culminación de la operación descrita*), apartado para comprobaciones requeridas (*sección dedicada a deficiencias que se han descubierto o realizado y han sido informados al Team Leader*) y, por último, normativa aplicable (*alguna normativa en particular, además de las comunes, que hay que tener en cuenta para la realización de la operación, como por ejemplo normativa exclusiva para un tipo de sellante en especial*).

De esta forma se ha estudiado todas las fases del proceso, todas sus operaciones y tareas, además de los tiempos de operación de diferentes operarios, para poder así estimar un tiempo medio. Aparte se ha analizado todas estas variables de diferentes HTP A380, para, igualmente, realizar una media de tiempos de operación, aunque las tareas a realizar sean las mismas.

Todo ello fue estudiado, analizado y verificado en los “Workshop’s”. Éstos son reuniones intensivas, durante el período de una semana y con una agenda muy definida, que requiere dedicación exclusiva de sus participantes con el objeto de maximizar la efectividad global, a través de un trabajo organizado, empleando metodologías específicas y concentrando su atención a la eliminación de los despilfarros que se presentan, y a la realización de las SOI’s. Para la realización de estos programas de análisis es fundamental contar con un equipo que conozca

perfectamente el área que se va a valorar, puesto que ellos son los usuarios directos de la mejora. Por ello, para lograr el éxito en estos “workshop” es primordial elegir bien a los participantes, garantizando que representan a todas las partes interesadas.

El trabajo se desarrolla con la participación de personas de los departamentos de calidad, ingeniería de la configuración y de procesos, operarios de producción y el soporte de un lean expert de la planta de Getafe. Al final de la jornada a estos se unirían, además, representantes de todas las áreas soporte que forman parte del proceso del Área de Gestión, es decir, Control de Producción, Calidad, Ingeniería de Desarrollo, Ingeniería de Utilaje, Ingeniería de Calidad, Departamento de Herramientas, Ingeniería Soporte, Producción, Ingeniería de Configuración, Automatización, IRM, Procurement, el equipo ALPS, el Responsable del Área (Javier Cantero) y el Director de la Planta (Manuel Alcázar).

En esta semana intensiva, se estudian las operaciones, se analizan los tiempos, se verifican las SOL's y se mejoran. Con ello se mejora el proceso, al disminuir tiempos de trabajo, de operación y de traslado. Una de las incorporaciones al estudio fue los diagramas espaguetis, los cuales se explicarán a continuación con el estudio del lead time y el takt time.

Una vez implementadas las operaciones estándar, el impacto de éstas debe venir acompañado de mejoras:

- En relación a la Seguridad: Reducción de accidentes.
- Calidad a la primera – “Bien a la primera”: Disminución de las concesiones.

Figura 4.15.a. Ejemplo real de una SOI de la Fase I del Proceso de Fabricación del HTP A380



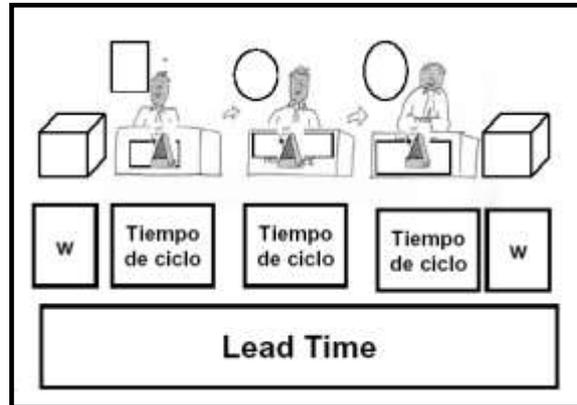
No	Indice	Fecha	Op's	Ing. Proc	Instrucción de Operación Estándar			SOI-HTP380-E1-1100-010	Hoja 1 de 1		
1	Establecimiento							Localización: Pto. Real	Área: HTP 380		
					P/N	L551-82020-000 / 001		Preparado por: Ing. Procesos			
					Designación	Estación I		Autorización			
					Operación	1100		Op's	Calidad	SHI	Ing. Procesos
					Título Operación	Preparación cajón lateral fuera de grada					
Ver orden de producción para consulta detallada y cumplimentación											
No	Operación principal	No	Descripción de la operación (Tareas)	C	S	Observaciones	Tiempo	Descripción / Ejemplos / Diagramas			
010	Preparación Cajón Lateral fuera de grada	10	Desplazamientos para preparación de cajón C/L fuera grada					 			
		20	Trasladar accesorios de grada: Izado (4) Autocentraje(3)								
		30	Instalar accesorios de grada (cazoletas)								
		40	Desplazamiento por puente grua								
		50	Trasladar útil de izado 1 a zona Fuera/Grada								
		60	Montar/fijar útil de izado a Cajón Lateral								
		70	Comprobar condiciones de inicio de grada Estación I								
		80	Trasladar C/L a grada de estación I 2								
E.P.I. Calzado de Seguridad, ropa de trabajo, guantes, gafas de protección, protección auditiva.		Medio Ambiente: Aplicar Según L00PP0300339_V.1		Gradas/Útiles (SAP):			Comprobaciones requeridas: Deficiencias/Daños informados a Team Leader		Normativa aplicable:		



No	Indice	Fecha	Op's	Ing. Proc	Instrucción de Operación Estándar			SOI-HTP380-E1-3200-010	Hoja 1 de 2		
1	Establecimiento							Localización: Pto. Real	Área: HTP 380		
					P/N	L551-82020-000 / 001		Preparado por: Ing. Procesos			
					Designación	Estación I		Autorización			
					Operación	3200		Op's	Calidad	SHI	Ing. Procesos
					Título Operación	Sellar / montar de tramo 2 B.A.					
Ver orden de producción para consulta detallada y cumplimentación											
No	Operación principal	No	Descripción de la operación (Tareas)		C	S	Observaciones	Tiempo	Descripción / Ejemplos / Diagramas		
010	Situación provisionalmente/sellar conjunto de B.ataque	10	Desplazamiento a por trapos, cinta, varios,						 		
		20	Limpieza con MEK o Alcohol Isopropilico								
		30	Preparación máquina para aplicar Promotor								
		40	Aplicar promotor 1								
		50	Preparar sellante								
		60	Situación provisionalmente tramo 2 B/A 2								
		70	Inspección visual (alineación tramo con rev. Superior e inferior) y comprobación de coordinación de taladros								
		80	Aplicar sellante en zona superior faldilla de revestimiento superior y costillas. Cordón más extender con espátula								
		90	Aplicar sellante de interposición en zona inferior, faldilla de revestimiento y costillas. Extender sellante con espátula, quitar exceso de sellante								
E.P.I. Calzado de Seguridad, ropa de trabajo, guantes, gafas de protección, protección auditiva.		Medio Ambiente: Gradadas/Útiles (SAP): Aplicar Según L00PP0300339_V.1				Comprobaciones requeridas: Deficiencias/Daños informados a Team Leader			Normativa aplicable:		

4.16 Lead Time y Takt Time

El Lead Time es definido como el tiempo de ciclo con la adición de los desperdicios. Esto quiere decir, que el Lead Time abarca todas las operaciones que añaden valor, las que no añaden valor pero no se pueden eliminar y las operaciones que no añaden valor y que hay que eliminar. Estas últimas son los desperdicios. Eliminando los desperdicios se optimiza y, por tanto, se mejora el Lead Time, simplificándolo al Tiempo de Ciclo.



Definición gráfica del término Lead Time

El Takt Time es una expresión que proviene del alemán y la palabra en concreto Takt proviene del sonido de un tambor y representa el “compás”. El tiempo Takt interpreta la coincidencia del ritmo de producción con la demanda del Cliente. El cumplimiento de esta coincidencia garantizará la entrega a tiempo y, por tanto, la satisfacción del Cliente, que al fin y al cabo es lo que siempre busca la empresa y el Lean es una forma de ayudar a que se cumpla, de manera fácil y dinámica.

Un inconveniente del takt time es que no prevé deficiencias de maquinaria, como paradas por averías, la preparación de la máquina, etcétera. Pero una ventaja es que sólo deduce tiempos metódicos como las reuniones, paradas para tomar café, la limpieza, etcétera. Una forma matemática de representar el Takt Time es:

$$\text{Takt} = \frac{\text{tiempo total disponible}}{\text{demanda total del cliente}}$$

Siendo el tiempo total disponible, el tiempo en minutos útil que se tiene para la operación y la demanda total del Cliente, el número total de piezas que requiere el mismo. De modo que el takt time se usa para establecer los requisitos de mano de obra para un producto, y para equilibrar la carga de trabajo entre los operarios. Asimismo sirve para equilibrar la carga de trabajo, conociendo el tiempo disponible y la demanda, y las operaciones estándar. El takt time estudiado en el proceso de producción del HTP A380 está representado en la figura 4.16.a.

Figura 4.16.a. Representación del estudio Takt Time para el proceso de producción del HTP A380

TAKT TIME				AIRBUS												
AÑO 2007	Año 2007	210	días totales													
	Días libre disposición	5	días													
	Días Regulación	5	días													
	Horas día	7,85	horas													
	Año 2007	200	días laborables	AVIONES → 8 25,0 días laborables teóricos												
AÑO 2008	Año 2008	214	días totales													
	Días libre disposición	4	días													
	Día Regulación	0	días													
	Horas día	7,85	horas													
	Año 2008	210	días laborables	AVIONES → 18 11,7 días laborables teóricos												
42 AVIONES AL AÑO	42 AVIONES AL AÑO	214	días totales													
	Días libre disposición	4	días													
	Día Regulación	0	días													
	Horas día	7,85	horas													
	42 AVIONES AL AÑO	210	días laborables	AVIONES → 42 5,0 días laborables teóricos												
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Desviaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Absentismo</td> <td>5,00%</td> </tr> <tr> <td>Subactividad</td> <td>1,50%</td> </tr> <tr> <td>No calidad</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>9,50%</td> </tr> </tbody> </table>					Desviaciones		Absentismo	5,00%	Subactividad	1,50%	No calidad	3%	Total	9,50%		
Desviaciones																
Absentismo	5,00%															
Subactividad	1,50%															
No calidad	3%															
Total	9,50%															
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="3">TAKT TIME</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Año 2007</td> <td>22,6</td> <td>días laborables reales</td> </tr> <tr> <td>Año 2008</td> <td>10,6</td> <td>días laborables reales</td> </tr> <tr> <td>42 AVIONES AL AÑO</td> <td>4,5</td> <td>días laborables reales</td> </tr> </tbody> </table>					TAKT TIME			Año 2007	22,6	días laborables reales	Año 2008	10,6	días laborables reales	42 AVIONES AL AÑO	4,5	días laborables reales
TAKT TIME																
Año 2007	22,6	días laborables reales														
Año 2008	10,6	días laborables reales														
42 AVIONES AL AÑO	4,5	días laborables reales														
				Fecha: 08 Noviembre 2008												

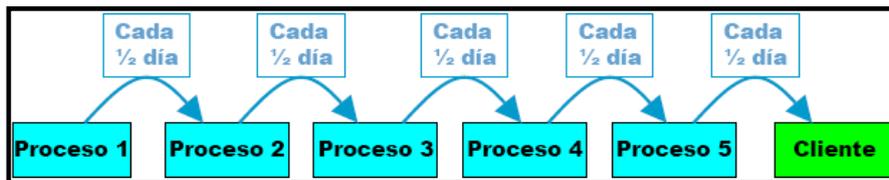
Un **Ejemplo** sencillo de la aplicación del takt time sería:

Demanda del Cliente = 40 estabilizadores por mes

Tiempo total disponible = 1 mes (20 días laborales)

Tiempo Takt = $\frac{1}{2}$ día (12 horas)

Por tanto, el tiempo takt nos indica que es necesario que cada proceso termine una unidad cada 12 horas. Por tanto, el Cliente recibe 40 estabilizadores cada mes.



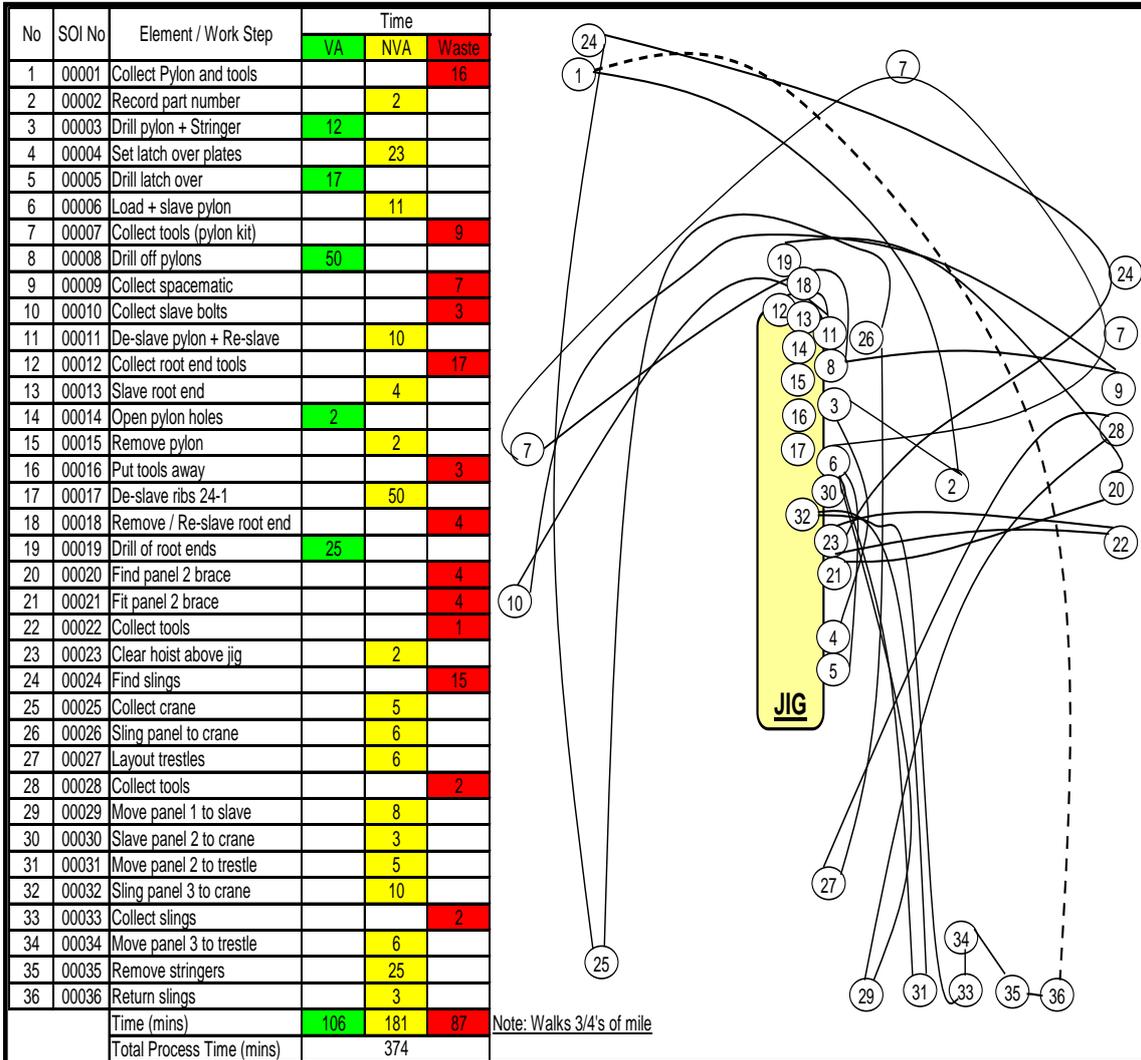
4.16.1 Diagramas Espagueti y Análisis de Pareto

Diagramas Espagueti. Los diagramas espagueti son aquéllos que representan de forma gráfica los movimientos que debe realizar el operario para ejecutar una determinada tarea. En definitiva se realizan estudiando en la zona de producción las actividades que se realizan, además de distintos operarios, para asimismo conocer cuáles son las actividades con valor añadido, cuáles no añaden valor y, por supuesto, cuáles son un desperdicio.

De esta manera, si se identifican los desplazamientos innecesarios, que se pueden tomar como desperdicio, pueden ser eliminados con mayor rapidez y facilidad, haciendo disponible para el operario todas las herramientas, actividades y útiles que necesita para ejecutar la operación con la ayuda de la SOI. De modo que una vez conseguidas las instrucciones de operaciones estándar, se conocen las actividades que deben realizar y con qué y cómo, pero a la hora de realizarlas, con el diagrama espagueti, se consigue identificar, estudiar, analizar y eliminar desperdicios causados por los desplazamientos de los operarios.

El takt time está muy relacionado con los diagramas espagueti, ya que con el takt puede ser registrado y calculado el tiempo total que se derrocha en realizar una actividad teniendo en cuenta el tiempo disponible de los operarios.

Un posible diagrama espagueti sería:



Donde se ve representadas las actividades que se deben realizar para una determinada operación, para luego realizar un análisis de éstas y clasificarlas como actividades de valor añadido, de no-valor añadido ó desperdicios. Una vez clasificadas, se hace recuento de la cantidad de minutos que se consume en cada uno de estos tres bloques, para así conocer el porcentaje de desperdicios que hay que eliminar y cuáles son. El diagrama visual de la derecha representa lo que es el diagrama espagueti, es decir, todos los desplazamientos que deben realizar los operarios en todas las actividades, además se indica qué actividades son las que precisan ese desplazamiento. Un ejemplo real de este estudio está representado en la figura 4.16.1.a, en la cual está analizado las actividades y operaciones de la Fase I, presentando cuáles son las actividades con valor añadido, cuáles no y cuáles son un

desperdicio. Todo ello sumado equivale a horas sin valor añadido al producto que hay que eliminar.

Luego se calcula el takt, se manera que se conoce el tiempo disponible para trabajar en esa pieza en concreto o en esa operación y se sabe la demanda del Cliente, que por la planificación de la cadena de producción deben de ser, por ejemplo, de 10 piezas por semana, teniendo en cuenta esto:

$$\text{Takt time} = \frac{(420 \text{ minutos} \times 2 \text{ turnos} \times 5 \text{ días laborables})}{10 \text{ piezas}} \times 95\%$$

(eliminando los descansos reglamentarios)

= 399 minutos / pieza



Si se quiere incrementar, o si la demanda del Cliente requiere que se produzcan 12 piezas por semana, en vez de 10, el reto a conseguir es que sin aumentar el personal, ni aumentando las jornadas laborales y, además, con el mínimo coste se llegue a 12 paneles por semana.

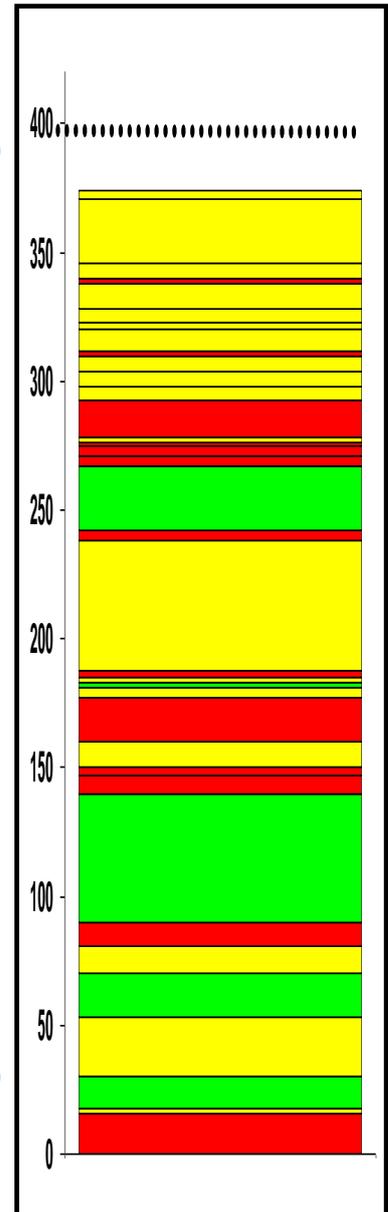
Para ello, el Takt Time ahora sería:

$$\text{Takt time} = \frac{(420 \text{ minutos} \times 2 \text{ turnos} \times 5 \text{ días laborables})}{10 \text{ piezas}} \times 95\%$$

(eliminando los descansos reglamentarios)

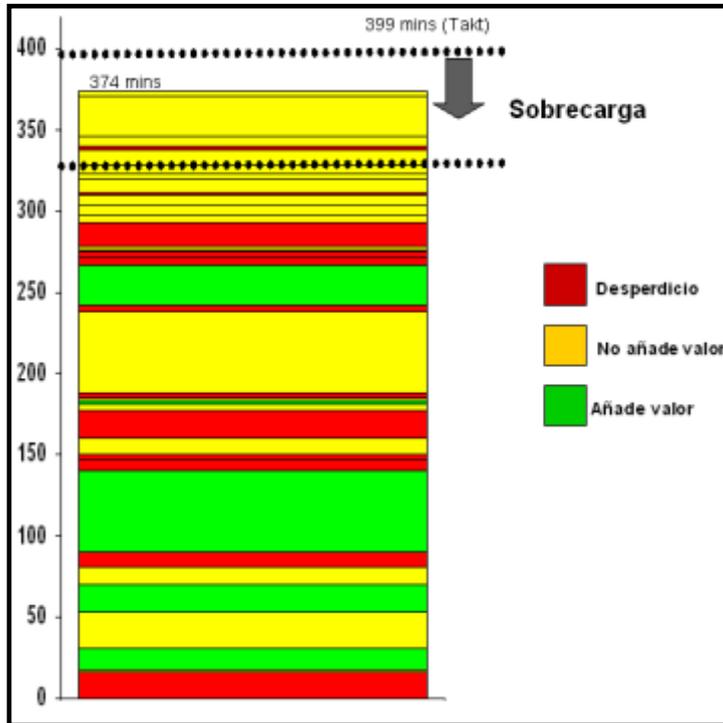
= 332.5 minutos / pieza

Es decir, se tendría que reducir el tiempo de producción de 399 minutos por pieza a 332.5 minutos por pieza, un total de 66.5 minutos, algo más de 1 hora de reducción.



Duración del Proceso estudiado haciendo referencia a los desperdicios, actividades que no añaden valor y las que sí añaden valor al producto

Para ello, como se dictaminó anteriormente, se deben eliminar los desperdicios y se reduciría al límite que se desea y requiere la demanda del Cliente.



Representación entre la diferencia del proceso actual al que requiere el Cliente, en cuestión de tiempo

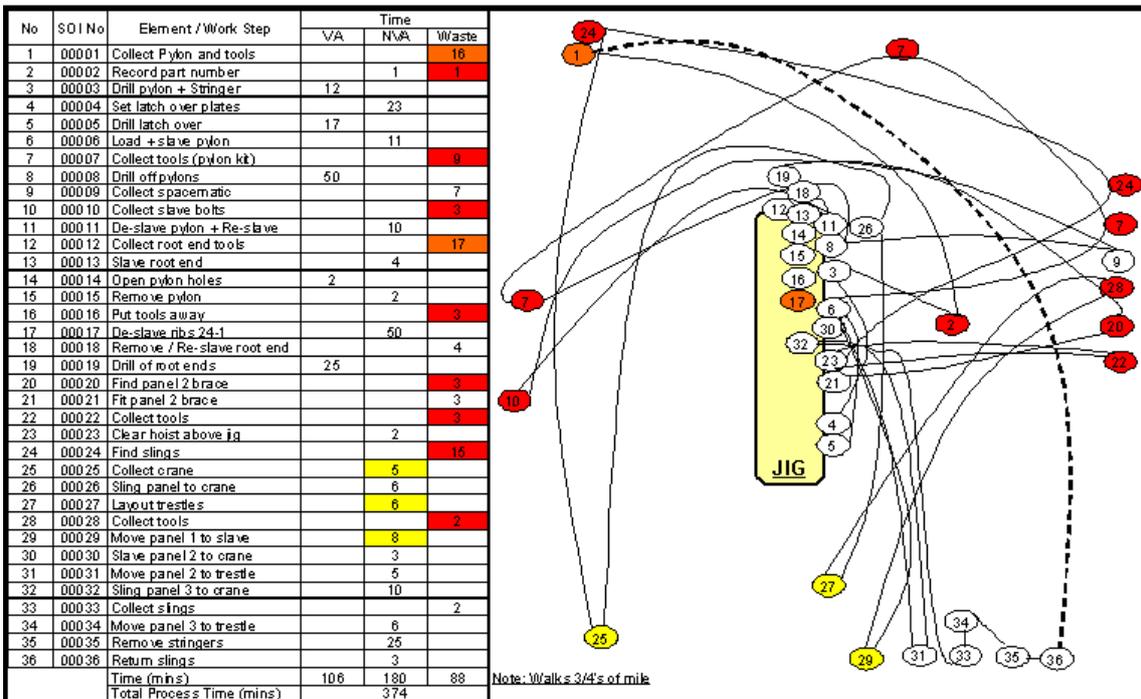
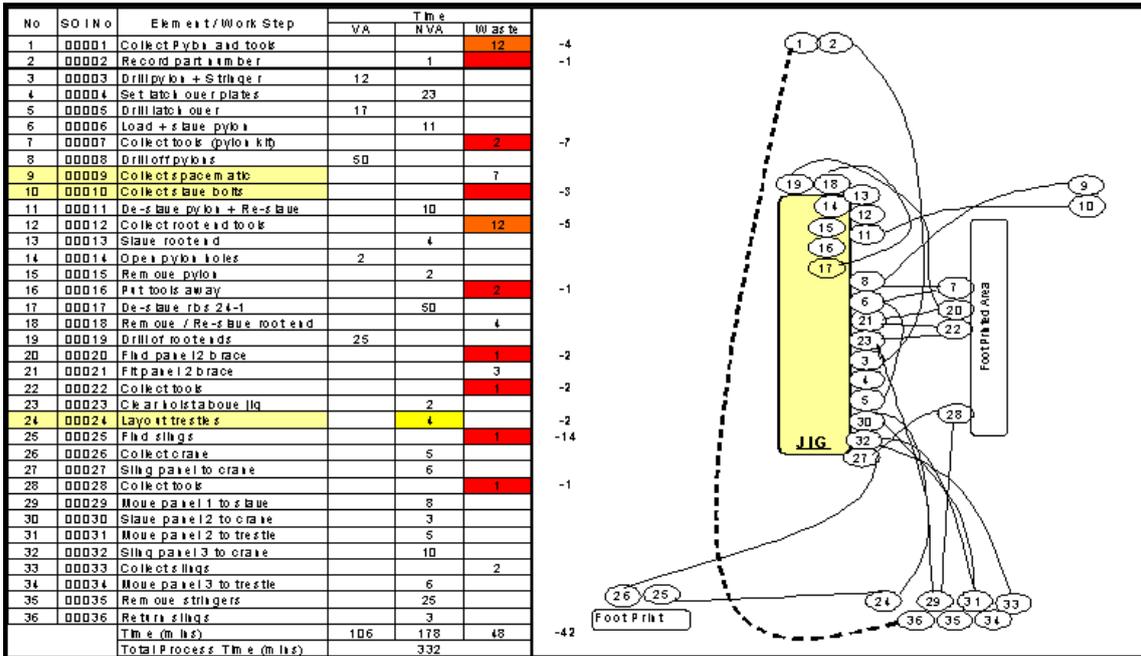


Diagrama espagueti anterior, identificando cuáles serán los desplazamientos que deben ser eliminados

Se identifican los desplazamientos debido a desperdicios y alguna actividad que no añade valor, pero que con la eliminación de los desperdicios o las mejoras para esta eliminación, se suprimirían también.

Con las mejoras implementadas y la eliminación de los desperdicios, el diagrama espagueti tendría este aspecto:



Implantando dos áreas específicas, relacionadas con la pintura, se eliminarían muchos de los desplazamientos innecesarios con esta mejora implantada. Se resumiría en un aumento del 20% de productividad y una reducción del 54% de desperdicios sin coste ninguno, simplemente con la organización de la zona de trabajo.

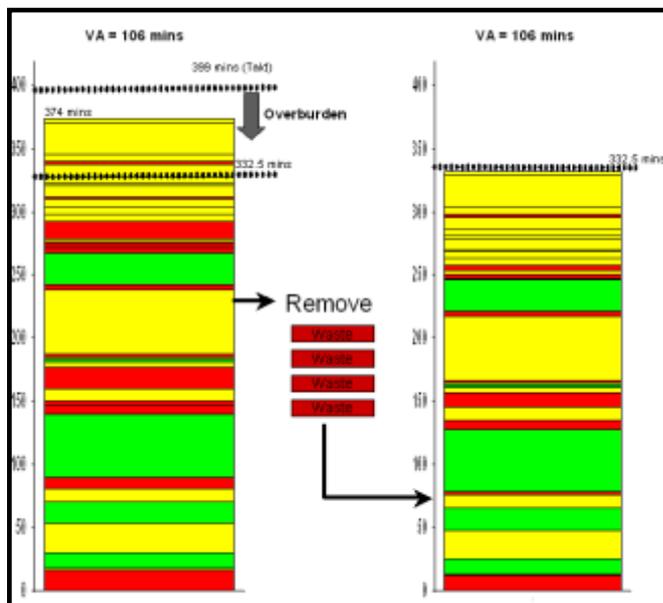
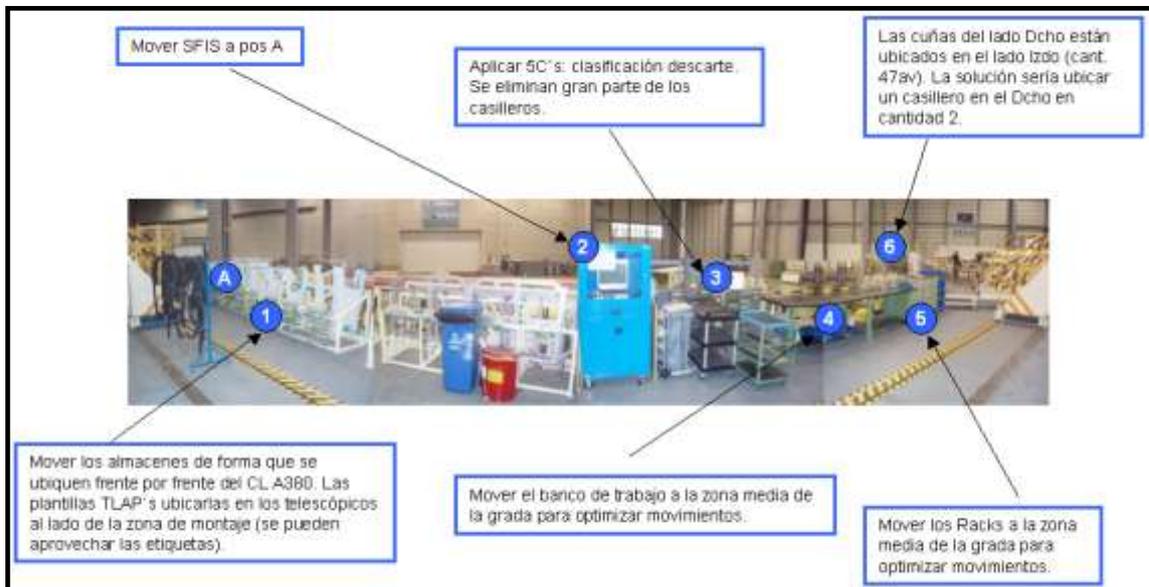


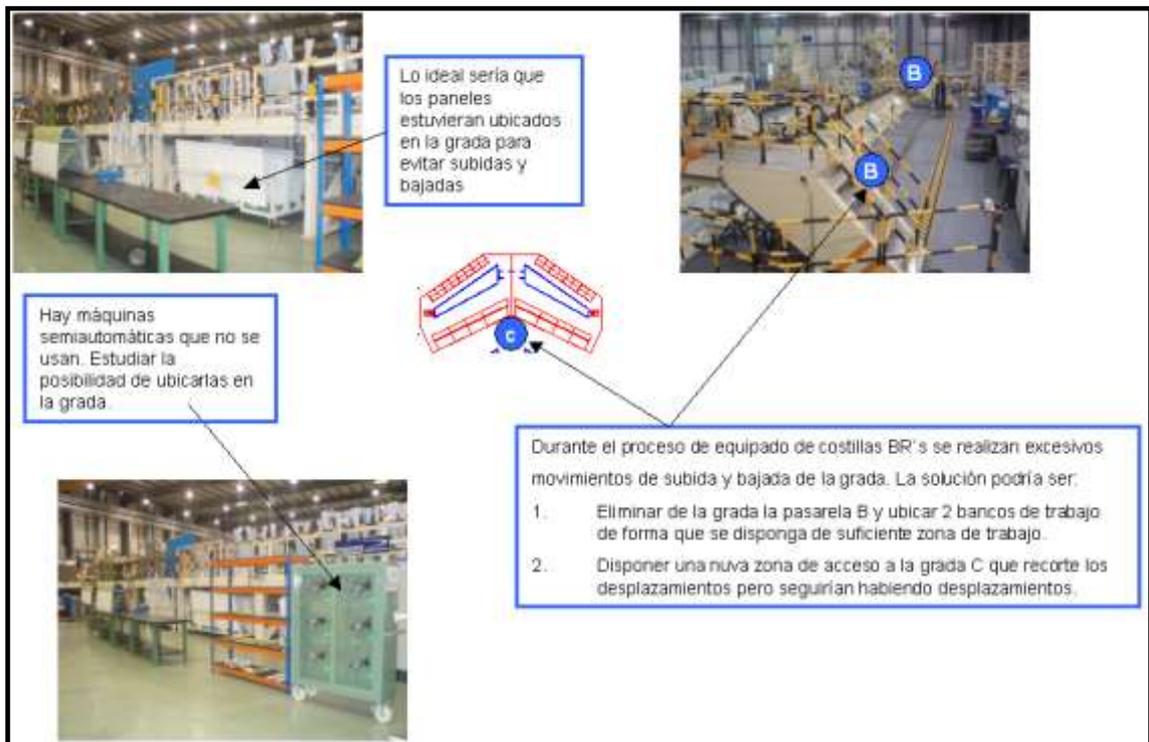
Diagrama Espagueti Fase I

ITEM	DESPLAZAMIENTO	ITEM	DESPLAZAMIENTO
1		25	128
2	35	26	
3	10	27	120
4	12	28	
5	25	29	
6	10	30	480
7	20	31	210
8	25	32	
9	25	33	480
10	370	34	70
11		35	
12		36	15
13		37	8
14		38	6
15	48	39	6
16		40	3
17	40	41	6
18	70	42	6
19		43	15
20		44	8
21	16	45	8
22			
23	1008	TOTAL	3298 METROS
24			

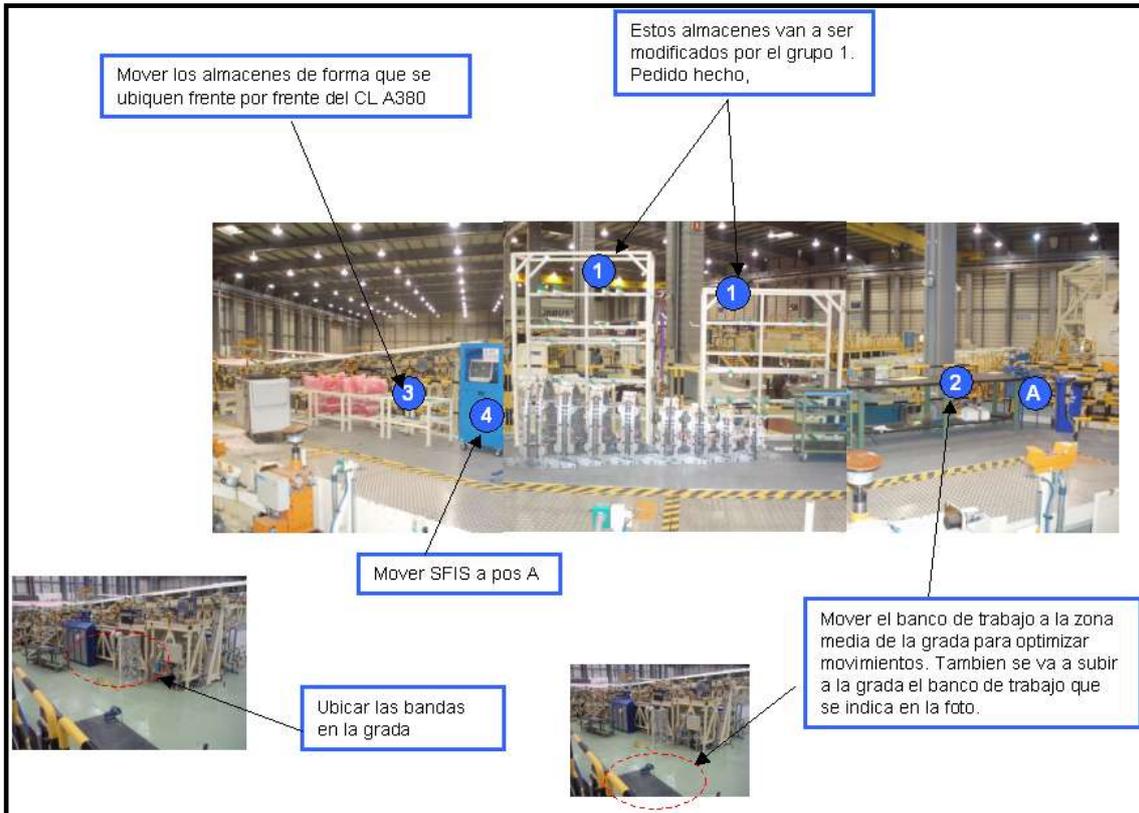
Las posibles mejoras para eliminar los desplazamientos innecesarios de la fase I, anteriormente estudiada, son las siguientes:



1ª posible mejora para eliminar los desplazamientos innecesarios en la fase I



2ª posible mejora para eliminar los desplazamientos innecesarios en la fase I



3ª posible mejora para eliminar los desplazamientos innecesarios en la fase I

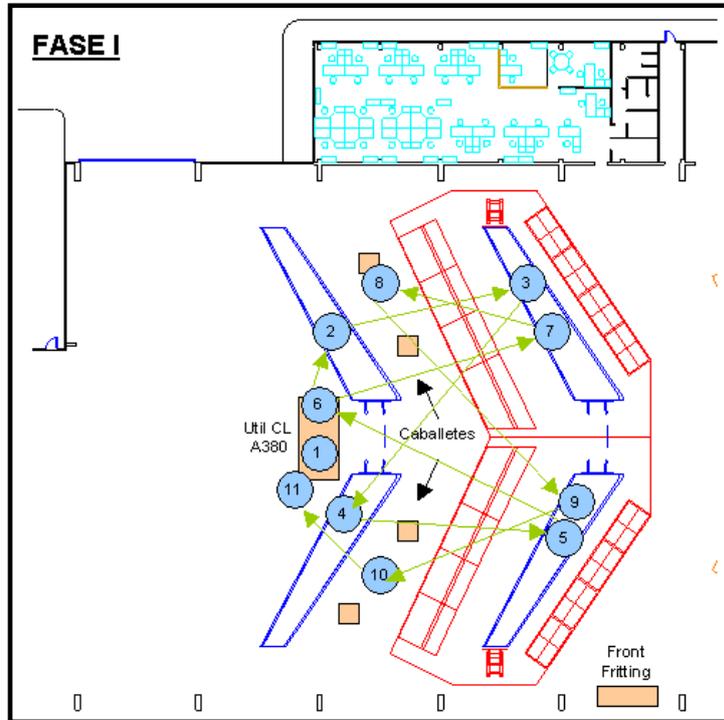
Con todas estas mejoras en la Fase I, se reduciría el tiempo de producción, además de una mayor comodidad de los operarios a la hora de realizar las tareas y, sobre todo, un mayor rendimiento con el mínimo coste. Simplemente con orden y organización, pilares del Lean en las herramientas de las 5 C's y los 7 Desperdicios, aparte de muchas otras.

Asimismo, los diagramas espagueti, no sólo se utilizan para analizar, estudiar y mejorar las operaciones de los trabajadores, también se analizan los desplazamientos producidos por las grúas implantadas en la Nave y que puede ocasionar, en ciertas etapas del proceso productivo, un freno ó un tiempo de desperdicio a la hora de mover un estabilizador ó un útil de una Fase a otra.

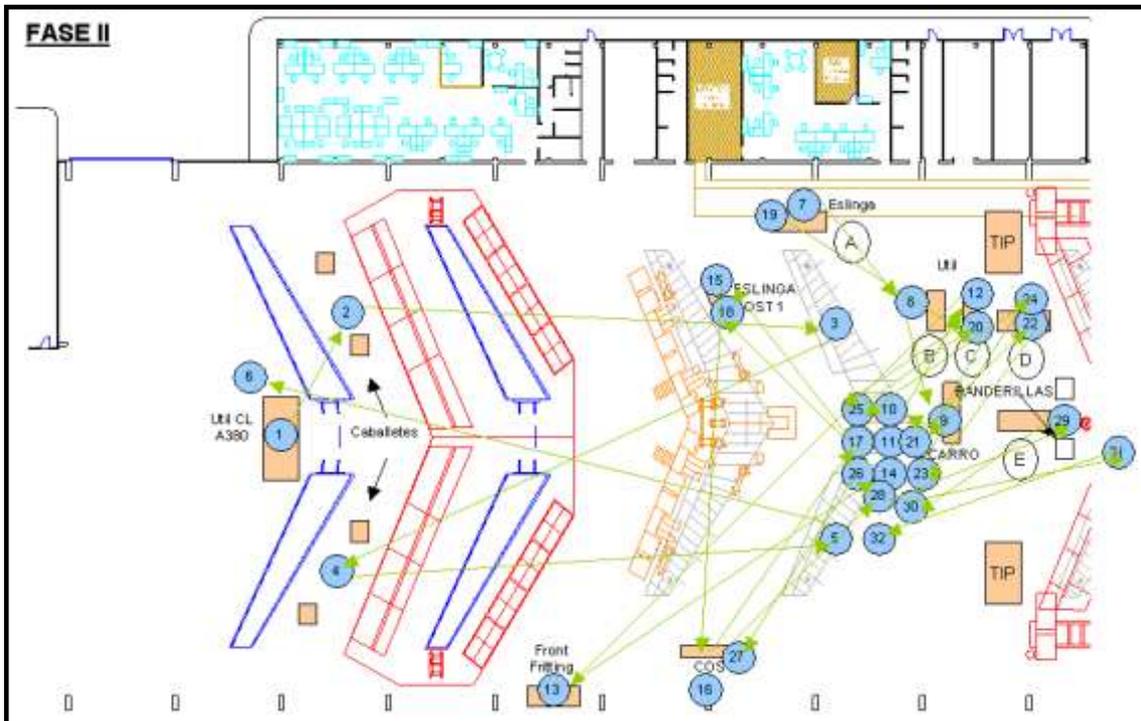
El puente grúa se utiliza en las Fases 1, 2, 3 y 7 y tiene un desplazamiento total de 3116 metros, además existe un carro grúa que suma 1486.5 metros de desplazamientos de más, es decir la suma de todos los desplazamientos grúa produce

un total de 4602.50 metros. Todo ello se transfiere a minutos y ocasiona un total de 3779.88 minutos de desplazamientos de grúa, es decir, 63 horas.

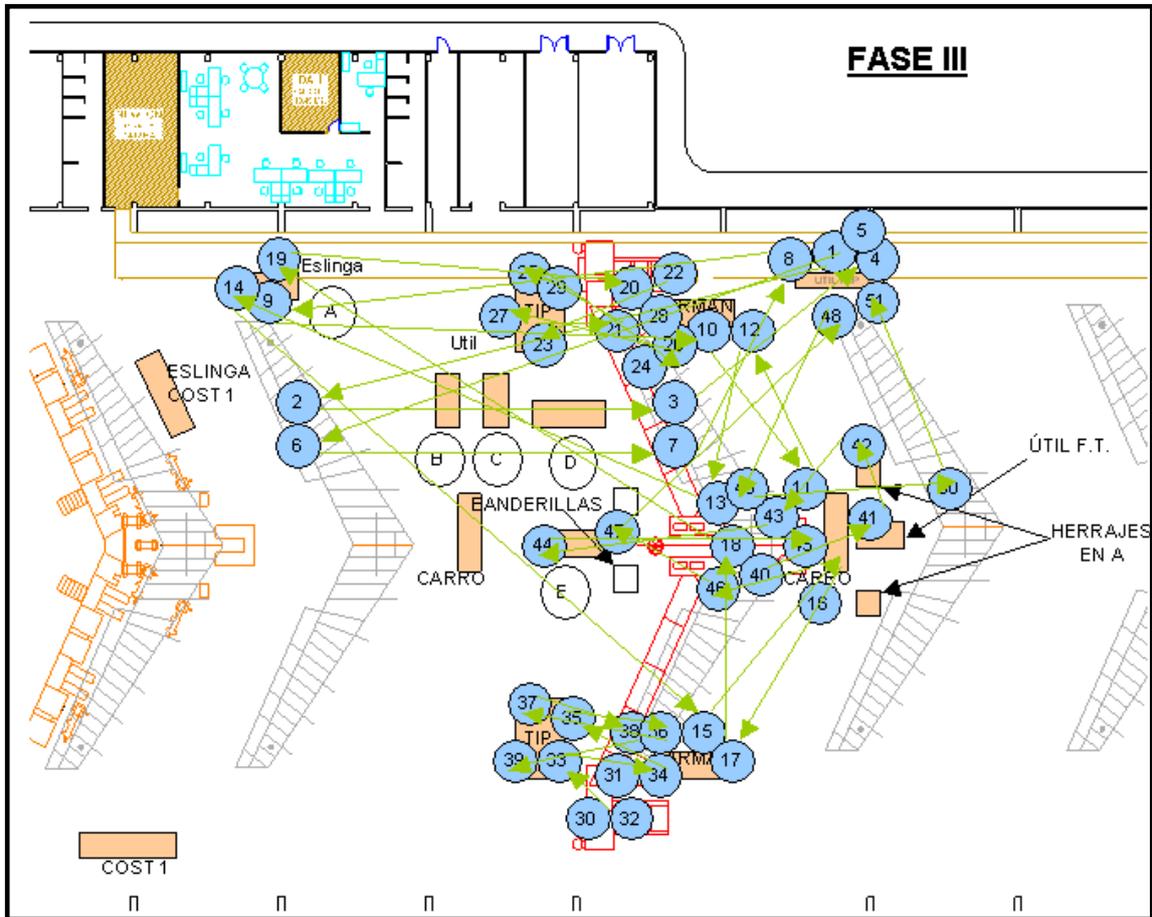
La representación gráfica de los movimientos grúa en las fases donde se utiliza (I, II, III y VII) es la siguiente:



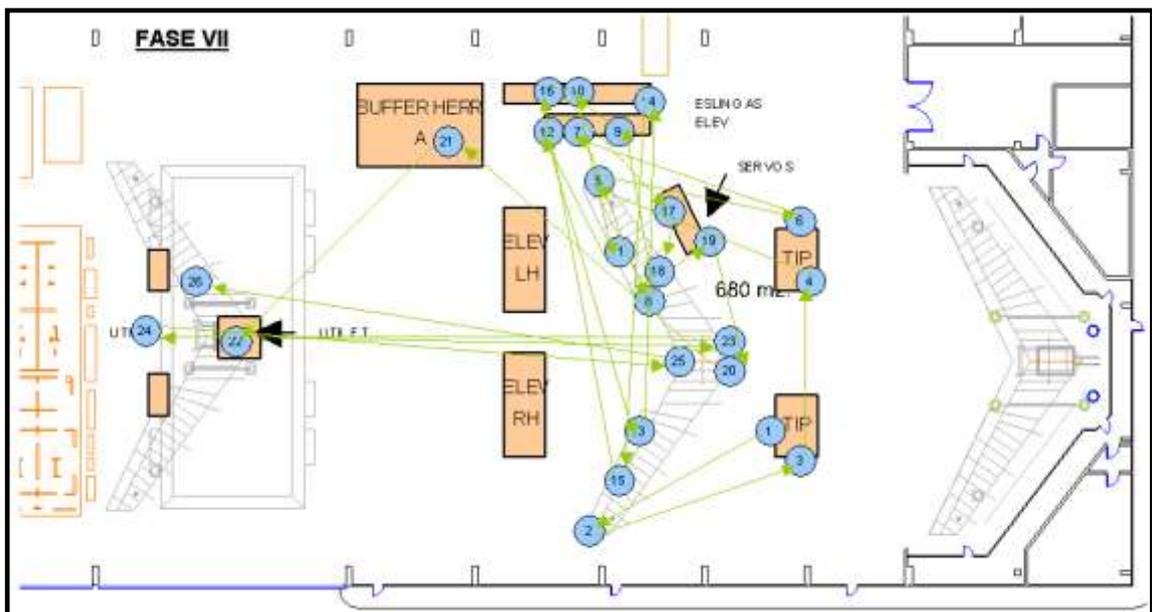
Representación de los movimientos grúa en la Fase I



Representación de los movimientos grúa en la Fase II



Representación de los movimientos grúa en la Fase III



Representación de los movimientos grúa en la Fase VII

En la figura 4.16.1.b. viene representado los cálculos del estudio del diagrama espagueti que se han visualizado anteriormente (*adjuntado en el anexo del presente proyecto*).

En definitiva, el diagrama espagueti es muy utilizado para múltiples operaciones ó acciones que requieran ser analizadas y mejoradas, es una herramienta muy útil en el estudio e implantación del Lean en la producción del HTP A380.

Análisis de Pareto. El análisis de Pareto es un procedimiento gráfico para especificar los problemas más importantes de un entorno en concreto y, por lo tanto, las prioridades de intervención. Se le conoce también como tablas ó diagramas de Pareto.

Su objetivo primordial o principal es el desarrollo de una mentalidad adecuada para entender y clasificar cuáles son las cosas más importantes, y por consiguiente, centrarse en las mismas. Este pensamiento está basado en la idea de que el 80% de los problemas están producidos por el 20% de las causas, por lo tanto, si se consigue identificar y eliminar este 20% de las causas, suprimirían el 80% de los problemas o inconvenientes del proceso. El ejemplo más extendido sobre este análisis de Pareto, es que el 80% de la población leen el 20% de los libros, normalmente best seller y demás libros acreditados. Y que, por el contrario, el 20% de la población leen el 80% de los libros. Esta proporción se puede aplicar a casi todas las relaciones de efecto- causa.

¿Para qué sirve, por consiguiente, el diagrama de Pareto? Sirve para establecer prioridades a la hora de empezar a actuar en ciertas actividades o tareas que se realizan. De modo, que se separan las pocas vitales de las triviales y, de esta manera, se clasifican las acciones. Asimismo el análisis de Pareto se puede dividir en 7 etapas.

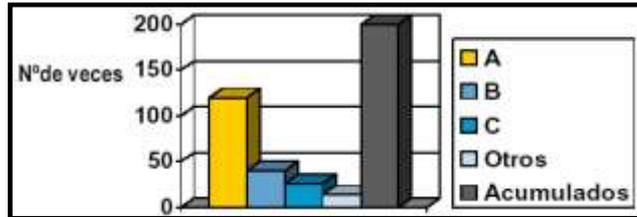
Etapas **1.** El primer paso para analizar por el diagrama de Pareto es decidir cómo clasificar los datos que se van a estudiar. El ejemplo más común en la cadena de producción del estabilizador A380 es a través de tipos de defecto, es decir, tipos de problemas que ocurren en la Nave 3.

Etapas **2.** A continuación hay que elegir el período de observación de estos problemas. Según el tipo de problema, puede tener un período de observación distinto, ya sea diario, semanal, mensual, anual u otros.

Etapa 3. El siguiente paso es la obtención y ordenación de los datos. Se prepara la hoja de recogida de datos, se estructura según el tipo de datos necesarios y al período de observación definido en la etapa 2. También se calcula un dato significativo e importante, que es el porcentaje de frecuencia con el que ocurren los problemas.

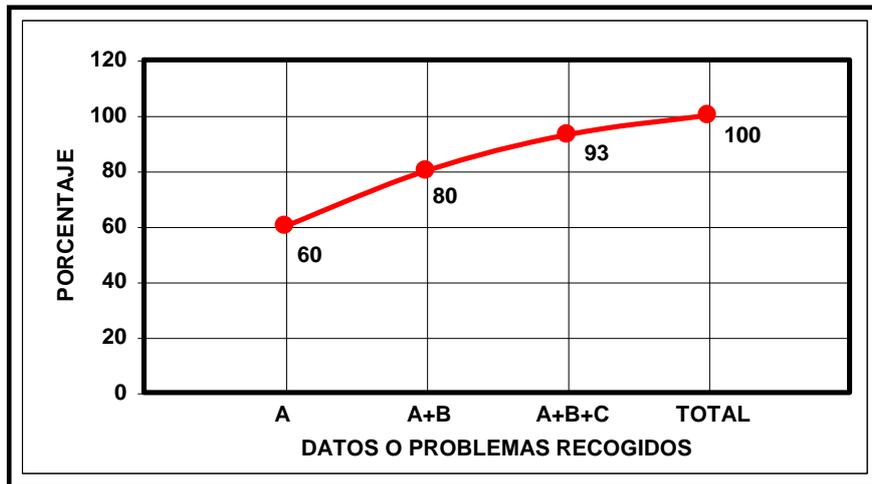
Etapa 4. En esta etapa se realiza la representación gráfica de los datos tomados, es decir, se diseña el diagrama.

Etapa 5. Consecuentemente a la etapa 4, en la etapa 5 se construye la línea de valores acumulados, para así tener la totalidad de problemas recogidos, cuántas veces se ocasionan y qué tipos son los que más ocurren.



Etapa 6. Esta etapa es de adición, es decir, en ella se añade información adicional al diagrama construido en las anteriores etapas, como por ejemplo, datos fundamentales para la comprensión del diagrama, título, nombre del departamento, fecha de recogida de datos, período analizado, fase analizada, etcétera.

Etapa 7. Es la etapa más importante del análisis de Pareto, ya que sirve para la interpretación y análisis del mismo, buscando lo que se denomina “break point” que es el punto ó zona que separa los problemas ó datos pocos vitales de los muchos triviales.



Observando los datos del análisis de Pareto, generalmente mostrará datos que conllevan un porcentaje mayor, como por ejemplo del 60% la categoría A, otros cuya suma será del 80% y así consecutivamente hasta alcanzar el 100% de los defectos analizados. Contemplando el diagrama de Pareto de ejemplo, se observa que la suma de los datos A+B+C con respecto a los demás, es bastante significativa, ya que los

demás conllevan el 7% restante del 100% al 93% acumulado. El objetivo de todo ello es usar los hechos para encontrar la máxima concentración de potencial de mejora con el mínimo número de proyectos ó soluciones posibles.

Generalmente, no existe el “break point”, que definimos anteriormente en la etapa 7, pero sí existe una zona dudosa del gráfico, en la que no se conoce realmente si el alcance de los datos o las categorías son trascendentales o no. Esta zona la podemos recoger en el gráfico por los datos 80 y 93. Es difícil encasillar ambos datos en vitales o triviales. Con todo ello, se explica el por qué no existe un punto en concreto que distinga los datos ó categorías vitales de las triviales, lo más usual es que no exista el “break point”.

Con este análisis, el equipo de trabajo debe identificar los problemas o elementos que representan el 60% del efecto, es decir, las más importantes frente a las demás. Una vez encontrados e identificados, se desarrolla el trabajo para estos elementos. Se asignan prioridades a los problemas, y se distinguen dos etapas de trabajo, el diagnóstico y la corrección. En el diagnóstico se produce la identificación y el análisis de las causas. En la corrección se comprueban los resultados, tanto antes como después de la implantación del análisis de Pareto y, además normalmente, se vuelve a analizar los datos, pero esta vez de la zona dudosa, para comprobar si han pasado a ser vitales o triviales y si su tratamiento es rentable. Consecuentemente a este pensamiento, se concluye con que no existe una clara distancia entre categorías.

4.17 Implantación del Flujo Continuo

La definición más apropiada de flujo continuo es que representa la consecución de las tareas a lo largo del flujo de valor y que garantiza que el producto se desarrolle desde el diseño hasta la entrega sin demoras.

En la producción del estabilizador HTP A380 la implantación del flujo continuo reduce tiene una serie de ventajas, las cuales se pueden resumir, en:



- ✓ La posibilidad de estandarizar el proceso de producción para alcanzar los requerimientos del Cliente.

- ✓ Reduce los Lead Time (*Tiempos de Ciclo + Desperdicios*). Consecuentemente a este beneficio, se encuentra el siguiente.
- ✓ Reduce desperdicios.
- ✓ Incrementa la satisfacción del Cliente. Es la de mayor importancia, porque es el objetivo común de todo el proceso, de las herramientas Lean y de la empresa en general.
- ✓ La aparición de un cambio no ocasiona muchas dificultades, hay una respuesta más rápida y fácil.

El flujo continuo es una herramienta esencial en todo el proceso de producción, ya que ayuda a implantar al Lean, además de todas las ventajas comentadas con anterioridad.

La implantación del flujo continuo se realiza a través de 5 pasos a seguir, los cuales muchos de ellos representan herramientas explicadas en anteriores apartados y que son pilares fundamentales en el proceso de producción del HTP A380 y, por tanto en la implantación de la forma de trabajo mediante la filosofía Lean Manufacturing.

1. Fundamentos de Estabilidad. Implantación y seguimiento de las herramientas:

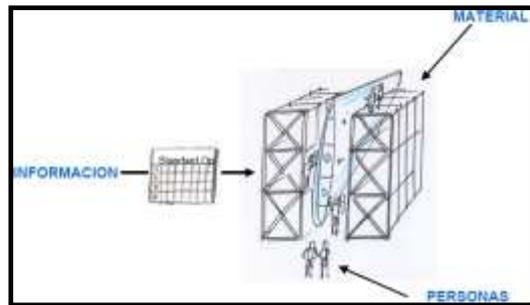
- a. **5 C's.** Representan: Clasificación y descarte, Orden, Limpieza, Estandarización y Sostenimiento y/o hábito. Su objetivo principal es: Excluir desechos del área de trabajo, facilitando la creación de un entorno de trabajo agradable y organizado, perfeccionar la eficiencia de movimientos de personal y material, la posibilidad de reconocer visualmente cualquier circunstancia anormal en el área, e instaurar un plan de sostenimiento de las 5 C's en el área.
- b. **Gestión Visual.** Establecer guías generales de gestión visual que muestren de forma sencilla e rápida cualquier irregularidad del estado de orden y limpieza del área. Lleva implícito un control visual que consiste en cualquier medio de comunicación aplicado en el ambiente de trabajo, que nos anuncia de una ojeada, cómo debe realizarse las operaciones. Se usan para informar dónde deben estar las cosas, cuántas de ellas deben estar ahí y si están funcionando correctamente o hay alguna incoherencia.
- c. **Trabajo Estándar.** Hace que el trabajo se haga de la misma manera por todo el personal. En definitiva, este tipo de trabajo ayuda al operario

y a todos los trabajadores a ser más eficaces, asegura a seguir con el mismo proceso y del mismo modo, y elimina posibles desperdicios que se pudiesen ocasionar a causa de la forma de trabajar ó la secuenciación de la tarea a realizar. Produce consistencia en las operaciones y satisfacen los requerimientos del Cliente gestionando la producción.

- d. **Takt Time.** Interpreta la coincidencia del ritmo de producción con la demanda del Cliente. El cumplimiento de esta coincidencia garantizará la entrega a tiempo y, por tanto, la satisfacción del Cliente.

2. Fundamentos del Flujo Continuo.

Hay tres tipos de flujo continuo: de material, de información y de personas. Para la implantación de flujo continuo en estos tres campos se realiza un análisis que implica 8 pasos a seguir:



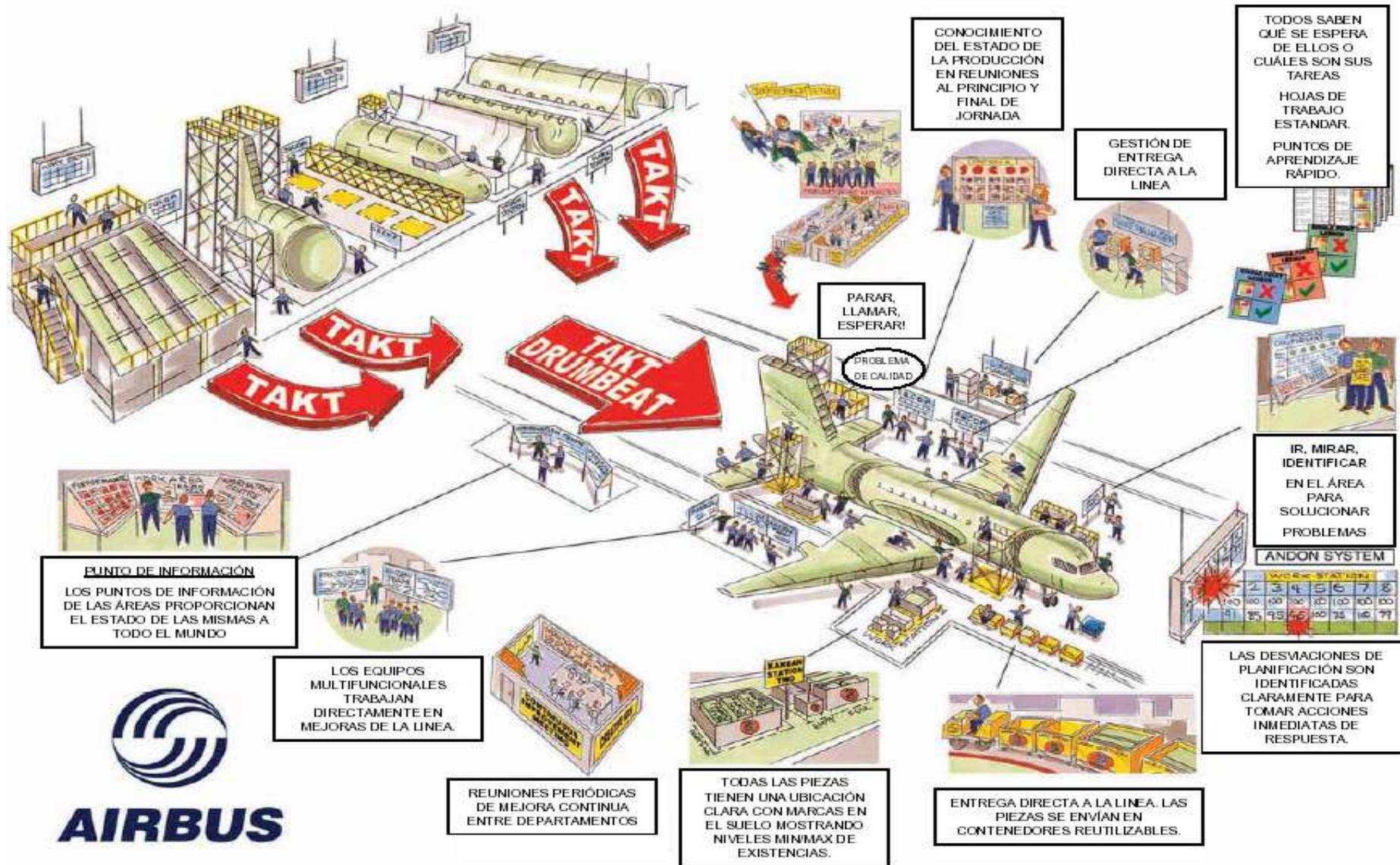
- a. **Proceso VSM.** Proceso de Value Stream Map, Mapa de Flujo de Valor, que es un diagrama de todas las acciones (tanto con valor añadido como sin valor añadido) requeridas para llevar el producto desde la materia prima a las manos de los Clientes. Normalmente se representa dos diagramas, uno de la situación actual del proceso de producción y otro de la situación futura deseada que se tiene como objeto.
- b. **Observar el proceso y recoger datos.** Datos significativos para poder analizarlos, estudiarlos e interpretarlos para una mejora en el proceso e implantación del flujo continuo.
- c. **Identificar y analizar los impedimentos.** Se deben definir los frenos del proceso, para poder estudiarlos con detenimiento con los datos obtenidos y recogidos, para poder identificar las causas de estos frenos.
- d. **Identificar las causas de los impedimentos.** Una vez identificados los frenos del proceso, se deben investigar las causas que lo producen para poder actuar sobre ellas.
- e. **Realizar un nuevo proceso que garantice que los frenos del proceso son eliminados.** Se produce una comprobación de la eliminación de las causas de los frenos del proceso productivo, elaborando un nuevo proceso de producción con estas medidas de mejora para estudiar sus efectos, si son o no rentables y ventajosos.

- c. Por lo anterior, se mejora la comunicación entre procesos.
- d. Reducción del inventario.
- e. El sistema de producción puede responder más fácil y rápidamente a cambios en la demanda del Cliente.

5. Level Schedule. Literalmente es traducido como “Nivel de Calendario”, pero su significado más apropiado es el de “Nivelado de la Producción”. Consiste en la determinación de la demanda del producto, nivelando el volumen diario de producción y, por lo tanto, nivelando la secuencia de las operaciones y fases del proceso de producción. Los beneficios de una planificación nivelada son: la reducción del inventario tanto de la materia prima como de las piezas terminadas, incrementa la flexibilidad de la producción y mejora la sensibilidad del Cliente al conocer que una variación en su demanda no le va a ocasionar problemas importantes en su proveedor, es decir, la empresa del proceso productivo, en este caso Airbus España.

Además en la figura 4.17.a se representa el seguimiento Lean, la forma de trabajo, diario en la planta de Airbus. De modo que se expone todas las actividades diarias que se realizan, tales como las reuniones de principio de turno y final de turno, la gestión de las piezas, la entrega, la planificación diaria, mensual y anual, identificación de problemas, etcétera. Es una visión general y resumida de la implantación de Lean en el proceso de fabricación del HTP A380. El cual se expone en el presente proyecto con más detalle, así como todas las herramientas Lean que se utilizan para que este esquema de trabajo se lleve a cabo.

Figura 4.17.a. Esquema Resumen de la dinámica de trabajo Lean en Airbus seguida en el proceso de fabricación del HTP A380



5. MEJORAS ANALIZADAS E IMPLEMENTADAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL HTP A380

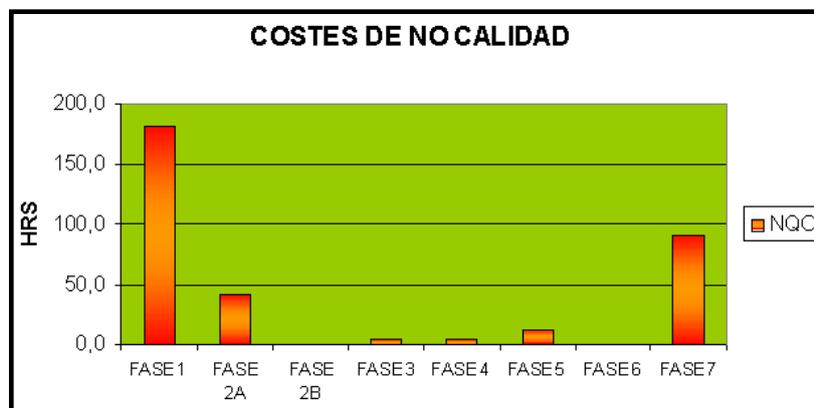
Gran porcentaje de mejora está situado en la gestión diaria y soporte a la producción. Esto es debido a la duplicidad de tareas, falta de formación, ineficacia de sistemas y reuniones, información excesiva e innecesaria en algunas ocasiones, realización de tareas que los suministradores no realizan, tanto administrativas como de identificación de piezas, etcétera. En resumen, el porcentaje de mejora, referente a la productividad, está en la gestión de la misma y es mucho más elevado que el de taller.

Los resultados de los análisis del VSM y de los desperdicios del proceso, han sido la detección de multitud de ellos. De modo que se ha trabajado la identificación, observación y recogida de datos de todos los desperdicios encontrados. Se han encontrado tanto desperdicios en la zona de producción (*taller*) con en la gestión y soporte al proceso productivo. El objetivo que se quiere alcanzar con este trabajo de análisis, es la eliminación de los desperdicios identificados, pero antes se realiza un estudio de los mismos para, de este modo, que resulte más fácil y rápido encontrar las soluciones e implantarlas para la eliminación de todos los frenos del proceso que sean costes de no calidad. Todo ello se realiza con la ayuda de todas las herramientas Lean explicadas anteriormente en el presente proyecto.

Los desperdicios más comunes encontrados en el proceso de producción han sido los siguientes (*clasificados como 7 bloques, los 7 desperdicios – MUDA-*):

- Transporte innecesario: como por ejemplo los excesivos movimientos de las carenas karman, el borde de ataque ó de los tip's.
- Inventario: nivel de inventario no equilibrado, excesivas piezas de algunas y escasas de otras.
- Movimientos innecesarios: como los realizados por los operarios de taller durante el proceso por materiales auxiliares a necesitar, como por ejemplo sellante ó herramientas.
- Esperas: sobretodo de la falta de fiabilidad y/o madurez del proceso con continuas paradas del mismo. Esto se ve reflejado por la falta de formación de operarios, problemas con la grada en la que se trabaja ó esperas para la pintura.

- Sobreproducción: se produce un aumento en el almacén cuando las piezas no son necesarias, esto es debido a una mala planificación que conlleva a un coste mayor del proceso.
- Sobre-procesos: la implantación de mejoras de procesos eliminaría este desperdicio, como por ejemplo las mejoras a realizar en pintura, montaje, pruebas de combustible, etcétera.
- Inutilidades, re-trabajos y defectos: son debidos, principalmente, a retrabajos por defectos repetitivos en ajustes, intercambiabilidad y reprocesos por mala calidad de suministradores, como por ejemplo en diapasones y en las tapas del borde de salida.



Representación de las horas de costes de no calidad frente a las distintas fases del proceso de producción del HTP A380

Los equipos de FTQ y OSP han tenido que trabajar conjuntamente para realizar esta ardua tarea de identificar los desperdicios, analizarlos, eliminarlos y, en definitiva, optimizar el proceso de producción. El conjunto de estos dos grupos ha creado lo que se conoce como el Grupo de Diagnóstico, el cual tiene como objetivo:

“Conocer el proceso de montaje del HTP A380 analizando e identificando las posibles mejoras, siendo capaces de valorar el alcance económico del proyecto.”

La sistemática seguida por el grupo de trabajo viene reflejada en el TIP, figura 5.a. (adjuntada en el anexo del presente proyecto). Los problemas identificados y, por tanto, las mejoras a implementar se han clasificado por conceptos, de modo que está representado cada concepto como un color, asimismo:

LAY-OUT
UTILLAJE
SEGURIDAD E HIGIENE
COMPRAS
CALIDAD
HERRAMIENTAS
CONFIGURACIÓN
PROVEEDORES
KITS
MANTENIMIENTO
LOGÍSTICA
COSTES ACCIDENTALES
MEJORA
AUTOMATIZACIÓN
PINTURA

Las mejoras del proceso de producción del HTP A380, en la fecha de principios de Diciembre de 2008 (*se especifica el dato de la fecha, porque como se comentó anteriormente, el mapa visual del proceso y de las mejoras está en continuo cambio, la filosofía Lean conlleva a que el proceso esté “vivo”*), son las que se muestran en la figura 5.b. (*figura adjuntada en el anexo del presente proyecto*).

Siendo en la figura 5.b., los términos siguientes:

PDU – Petición de Utillaje. Es lo primero que hay que hacer, cuando ya está analizada y estudiada la mejora.

ETU – Especificación técnica de utillaje. Una vez pedido lo que se necesita, llegan las especificaciones de lo que está en el mercado, ó las ofertas de la producción de lo pedido por la empresa, es decir, llegan ofertas de las empresas contratadas. El grupo de diagnóstico, FTQ, ALPS y OSP se reúnen para dictaminar cuál es el equipo que más se asemeja y el mejor en requisitos técnicos de los que tienen ofertados.

VALORACIÓN ECONÓMICA - Una vez elegido el mejor para esas condiciones, El Departamento de Procurement se dedica a estudiar los precios.

PRESUPUESTO - Si el precio es muy elevado, los grupos de trabajo se vuelven a reunir y es cuando ven el balance calidad-precio. Pero en un primer momento se tiene en cuenta sólo el aspecto técnico ó calidad del pedido. Cuando lo tienen elegido, se realiza el presupuesto a la Dirección, la cual la debe aceptar o rechazar según su juicio, pero para ello se realiza lo que se le denomina CAPEX, que es una presentación del grupo de trabajo de la propuesta de mejora, poniendo en balance el coste que ocasiona el desperdicio en el proceso y el coste de la mejora a implantar.

Ponen en bandeja lo que se beneficiará la empresa. De esta manera la Dirección tomará una decisión.

NRC – (previsto, comprometido, horas) Es el coste no recurrente del proceso, es decir, todas las mejoras que tenga coste económico se encasilla en coste no recurrente, ya que implica todos aquellos costes que no impliquen al proceso en sí.

PEDIDO – Una vez aprobado el presupuesto, se realiza el pedido a la empresa suministradora de la oferta elegida.

DISPONIBLE EN TALLER – marca la evolución entre el pedido del equipo y si ya está implantado en el taller.

ESTACIÓN – indica la fase en la que hay que implantar esa mejora. **(No siempre la mejora implica la compra de algún equipo, tal y como nos muestra la filosofía Lean, simplemente con la configuración de las fases y la organización en la planta se eliminan desperdicios, por tanto, son mejoras a realizar).**

Los ítems del proceso de gestión de mejora general, sigue los siguientes pasos (*los cuales son los utilizados en el TIP, visto en el apartado 4.12. del presente proyecto*):

01. Clarificación del objetivo del grupo y detección de necesidades.
02. Acciones de impacto alto y de ejecución inmediata.
03. Mejoras en el proceso de B.A., Tips, Tapas BS y Timones.
04. Calcular y establecer “TAKT Time” entre fases.
05. Conseguir máximo nivel de integración de las piezas. Análisis global de la línea.
06. Eliminación de Desperdicios. Balanceo de la línea.
07. Implantar SOI's.
08. Lay-Out.
09. Analizar necesidad de submontajes. Estudiar necesidad de área de subconjuntos.
10. Implementar Kits y lote.
11. Estudiar y optimizar stocks de seguridad piezas en Almacén -> KANBAN.
12. Estudiar y optimizar stocks de seguridad normales.
13. Establecer “Quality Gate” entre estaciones.
14. Desarrollo e implementación Poka-Yoke.
15. FMEA.
16. SMED.
17. Gestión del cambio.
18. Reuniones de coordinación semanales.
19. Reunión de seguimiento semanal.
20. Ideas de Mejoras.

Las mejoras, tienen como principal freno, el tema económico, tanto si es la falta de valoración económica como si es el presupuesto ó el pedido, si las anteriores ya están aplicadas. Un resumen de este problema, se refleja en la figura 5.c., en la cual expresa algunas semanas del año 2008 y el porcentaje que implica estas tres acciones a implementar en las mejoras identificadas.

	ITEMS CON VALORACIÓN ECONÓMICA PTE.	%	ITEMS CON PRESUPUESTO PTE.	%	ITEMS CON PEDIDO PTE.	%	TOTAL ITEMS
SEMANA 23	67	82%	76	93%	82	100%	82
SEMANA 24	57	69%	65	78%	79	95%	83
SEMANA 25	61	72%	63	74%	74	87%	85
SEMANA 26	58	65%	60	67%	67	75%	89
SEMANA 27	51	54%	56	60%	61	65%	94
SEMANA 28	45	47%	47	49%	52	54%	96
SEMANA 29	39	36%	41	38%	47	44%	107
SEMANA 30	35	29%	42	35%	43	36%	121
SEMANA 36	33	26%	45	35%	57	45%	128
SEMANA 37	34	27%	46	36%	57	45%	128
SEMANA 42	43	29%	50	34%	75	51%	146

Figura 5.c. Tabla representativa de algunas semanas de 2008, en la que refleja la influencia del freno del concepto económico, ya sea por la falta de valoración, de presupuesto ó de pedido

Como se muestra en la figura anterior, los ítems van aumentando a medida que avanzan las semanas, esto conlleva a que se identifican más desperdicios, son analizados, y han sido definidas sus soluciones de mejora para eliminarlos. Y, a pesar de ello, las mejoras anteriores de semanas atrás aún están frenadas por cualquiera de los tres frenos relacionados con el concepto económico.

Otra forma de representación que, visualmente, describe mejor este problema, es la representación del estado de las acciones del equipo OSP durante la evolución

semanal. En ella, se expresa que, aunque el tema económico siempre es un concepto que deja con retraso las mejoras que se implementan, el proceso de producción evoluciona. Es decir, el concepto económico es el tema que más tiempo requiere a la hora de implementar una solución de mejora, pero no es un freno estático, sino dinámico. Se van consiguiendo los resultados deseados. La figura 5.d. representa las semanas desde Marzo de 2008 a Julio de 2008 y el gráfico de la figura 5.e. representa las semanas desde Septiembre de 2008 a Diciembre de 2008. En ambas se representa las semanas de los meses en concreto frente a las horas que se ahorrarían en el proceso si se implementaran las acciones determinadas.

Los colores representan las horas que están pendientes de valoración económica, las que se conoce esta valoración, la inversión que ya está realizada ó las horas de las mejoras que ya están implementadas en el taller.

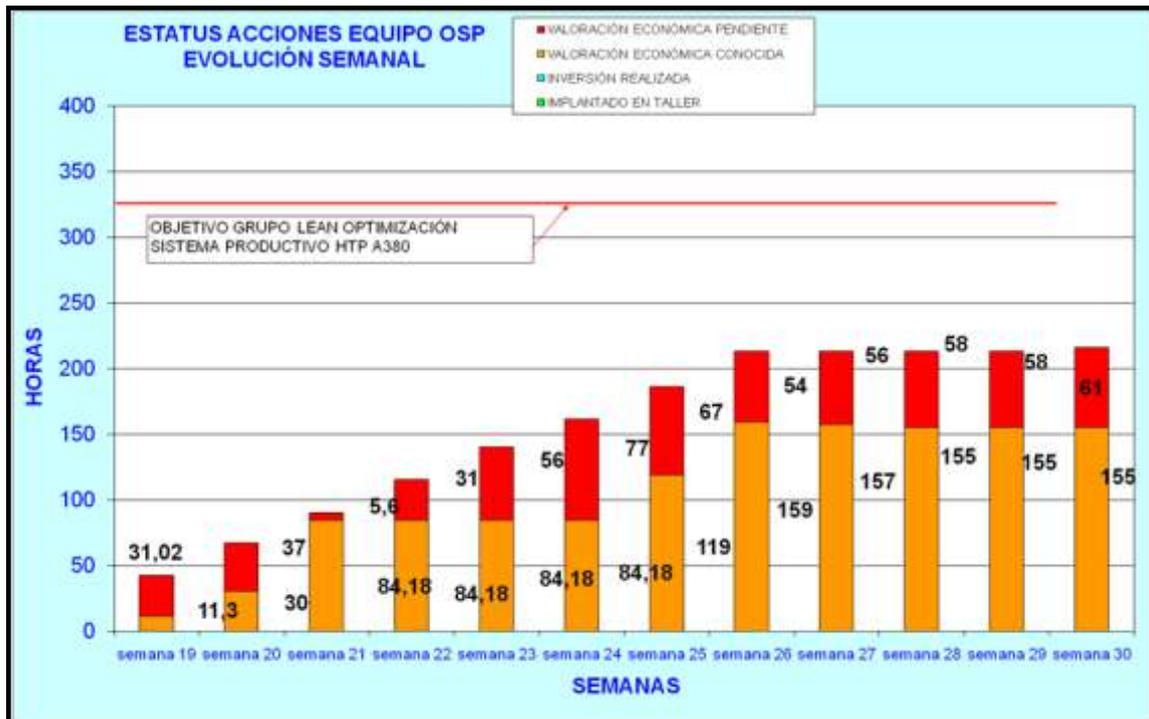


Figura 5.d. Representación de las semanas de los meses Marzo a Julio de 2008 frente a las horas que se ahorrarían en el proceso, en referencia al estado de las acciones del equipo OSP

En la anterior figura se comprueba que la mayoría de las acciones que se han estudiado y analizado para implantar, carecen de valoración económica ó que es conocida pero no se ha invertido todavía, ni mucho menos implantadas en el taller. El objetivo ó lo ideal es que todas esas semanas estuviesen de color verde, es decir, que todas las acciones de mejora estuviesen estudiadas, analizadas, valoradas económicamente, con inversión realizada e implementadas en el Taller de Producción.

No obstante, se observa a primera vista, el gran cambio que existe en pocos meses, gracias a la mejora continua y el seguimiento del pensamiento Lean. De modo que en la figura 5.e., se muestran más acciones con inversión realizada, e incluso mejoras implementadas en el taller. Con ellas se expone las horas que se ahorrarían en el proceso gracias a esta implantación.

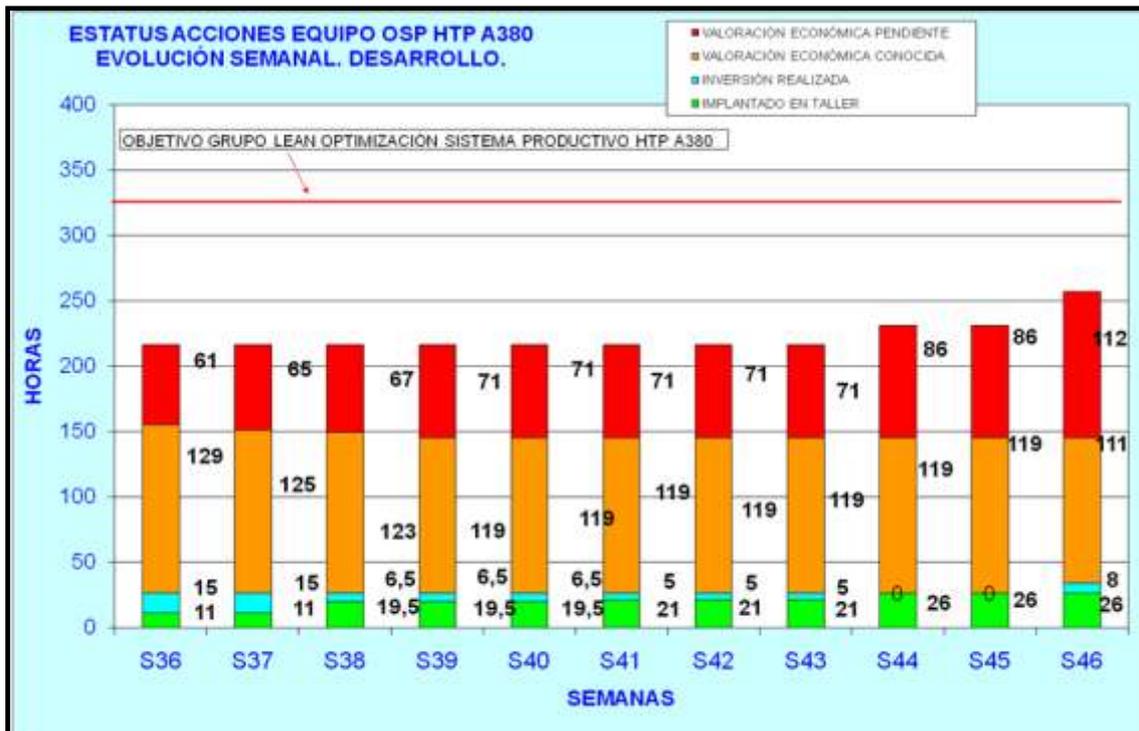
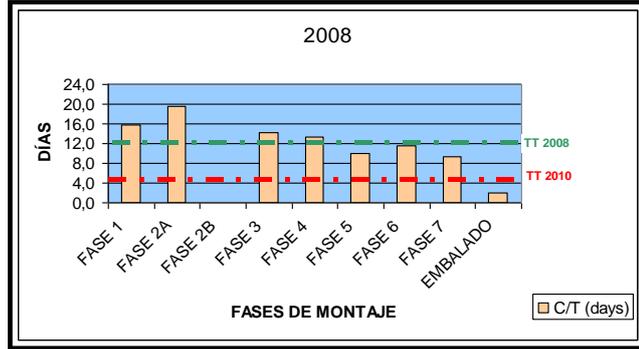


Figura 5.e. Representación de las semanas entre Septiembre y Diciembre de 2008 frente a las horas correspondientes a las acciones de mejora, las cuales se ahorrarían en el proceso

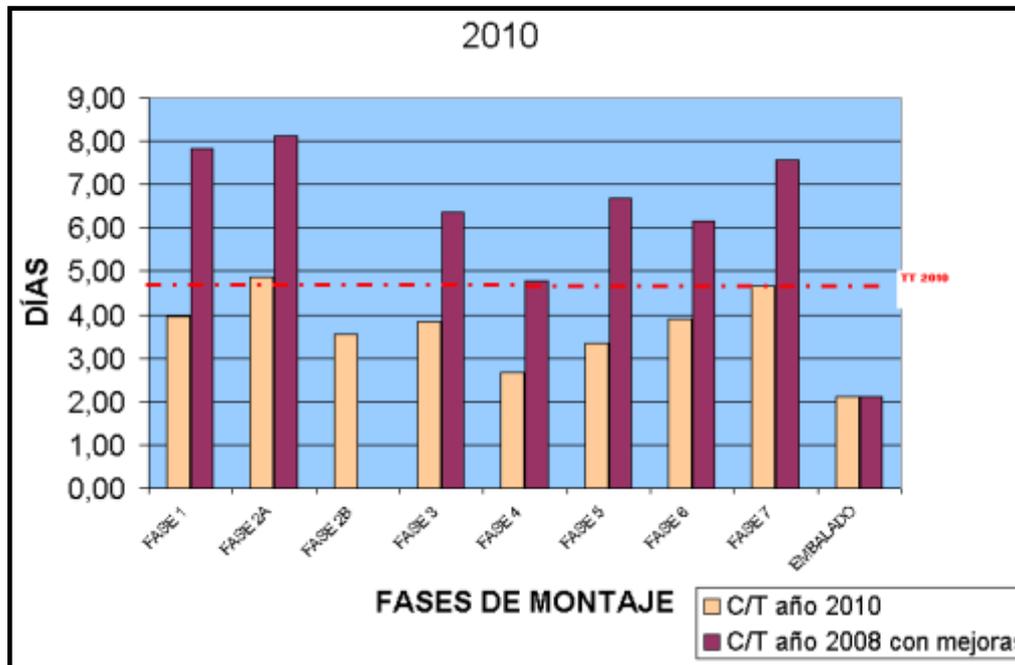
Las mejoras implementadas, han dado muestras a lo largo del año 2008, que el proceso de producción del HTP A380 está siendo optimizado. No todas las acciones están aún implementadas, como mostraba la tabla de las mejoras y los gráficos anteriores, pero como se ha demostrado el proceso está en continuo y los resultados ya son visibles en el proceso de producción.

El resumen de la visión evolutiva de las mejoras del proceso de producción del HTP A380, con fecha de principios de Diciembre de 2008, está representado en la figura 5.f.. En la cual establece para cada mejora el proceso evolutivo de la misma y cuál es la estanqueidad de la implantación de cada una de ellas, esto ayuda para poder actuar en los frenos de la implementación de las mismas.

Como ya se expuso en apartados anteriores del presente proyecto, se representó las distintas fases del montaje frente a los días que se consumen en cada una de ellas, estimando el takt time del año 2008 y 2010.



Calculando, la situación inicial, la actual con las mejoras implementadas (anteriormente comentadas, figura 5.f.) y la situación futura del año 2010, el objetivo momentáneo a alcanzar. Se obtiene:



Representación de las distintas fases del montaje del HTP A380 frente a los días que se consumen en cada una de ellas. Se estima el Takt Time del 2008 con las mejoras implementadas y 2010, los objetivos a alcanzar

De modo que se representa las fases del proceso y los días que se consumen en ellos, pero con respecto al objetivo a alcanzar (año 2010) y la visión del año 2008-2009 con las mejoras implantadas. De manera que para el año 2009 se tiene como objetivo reducir el takt time de las fases hasta la meta deseada, observando que con las mejoras ya implementadas es mucho menor el salto de los días en cada fase, que en la representación del año 2008 sin mejoras.

(Datos calculados adjuntados en el anexo del presente proyecto)

Todas estas mejoras, han sido identificadas, analizadas y proporcionadas por la participación de todo el personal. Cabe destacar que la filosofía Lean, aporta la cooperación de todos, incluidos todos los departamentos tanto de gestión del proceso como de producción, asimismo la implicación de los operarios y jefes de taller, los cuales son los que mejor conocen las dificultades que tienen para realizar determinadas operaciones y tareas. Asimismo las ideas son resueltas y cuestionadas en las diferentes reuniones diarias y semanales, en las que se dan encuentro todos los integrantes del grupo de Optimización de Producción. De esta manera, y de muchas otras que no se ha podido extender en este presente proyecto, se realiza la implantación de las mejoras del proceso de producción del HTP A380 para que satisfaga los requerimientos y deseos de los diferentes Clientes. Asimismo, se ha reflejado la multitud de herramientas a utilizar y que, como su propia descripción indica, ayuda y apoyan para mejorar el proceso de producción a través de esta filosofía de origen japonés, Lean Manufacturing.

6. VIABILIDAD DEL PROYECTO

6.1. Viabilidad Técnica

6.1.1. Objeto del Proyecto Fin de Carrera

El Objetivo del presente Proyecto es el enfoque de la implantación del Lean Manufacturing en el proceso de Producción del HTP A380, para ello se ha trabajado en el grupo OSP (Optimización del Sistema de Producción). En definitiva, la meta es la adecuación del proceso de montaje del HTP A380 a los requerimientos del Cliente en Calidad, Entregas y Coste, mediante la Optimización del Sistema de Producción. Destacar que se ha partido del proceso de producción de, hasta hoy, el avión de pasajeros (comercial) más grande, lujoso y económico del mundo, el Airbus A380. Se ha diseñado el presente Proyecto de manera actual, desarrollando la implantación de la Filosofía Lean en el entorno presente y futuro, manifestando las mejoras, ventajas, inconvenientes y el día a día en una empresa internacional de la talla de Airbus España, S.L.

6.1.2. Importancia del Cambio Lean

Hace dos años del proceso de implantación del Lean Manufacturing en todas las plantas de Airbus y, ya se tiene claro en cada una de ellas, que Lean no es una moda ni un proyecto, sino que se trata de un cambio profundo en la forma de trabajar, que conlleva a la eliminación de despilfarros de toda índole y la consecuente ganancia de eficacia en los procesos de producción, añadiendo valor al producto a través de unos procesos optimizados y más eficientes.

Es evidente, que Lean es muy positivo desde cualquier punto de vista, tanto para Airbus, como para sus Clientes. Todo el esfuerzo de la empresa en extender esta filosofía en todas las áreas, ámbitos y actividades supone la imposibilidad de retroceso. La apuesta de la empresa es definitiva. De esta forma, se muestra que el pensamiento Lean es una filosofía tan segura de implantar en una empresa, que el único coste que aseguraría sería el de formación e implantación en los primeros meses. Pero no sólo implica esto, sino una mejora continua tanto en el personal como en el producto, esto a corto plazo supone costes, pero a largo plazo supone que

actualmente Airbus esté en la cabeza de la industria aeronáutica mundial impulsado por la máxima competencia de sus contrincantes en el mercado.

Uno de los aspectos más importantes y, a la vez, más atractivos de la implantación de Lean, es que se trata de un cambio fundamental, como ya se ha comentado, que a su vez se basa en otro cambio menos radical como son los comportamientos de las personas. Dialogar de Lean, instruirse en Lean y trabajar de acuerdo con Lean, requiere un cambio de conceptos personales basados en años de costumbre.

Airbus aporta todos los medios necesarios para la implantación de Lean y los cambios ya son visibles en las distintas plantas, sobretodo en la que se ha trabajado en el presente proyecto, en la planta de Puerto Real, en la producción del HTP A380. Desde el despliegue de paneles de comunicación específicos, hasta las reuniones diarias, los cambios de suministros a línea y las reducciones de los lead time. Una de las zonas en las que está siendo más notable este esfuerzo es en el de formación, con la implantación de la Academia Lean en Airbus con los cursos impartidos en la misma empresa a todo el personal. Este aspecto es muy importante, no sólo por el aspecto formativo, sino también por el aspecto de conducta personal al cambio de mentalidad, ya que es un requisito indispensable para el éxito de la implantación de Lean. Destacar que existen múltiples cursos, entre ellos destacan: “Introducción Lean”, “5 C’s / Gestión Visual”, “Los 7 Desperdicios”, “Value Stream Map”, “Operaciones Estándar”, “Diagrama Espagueti”, “Sistema Pull”, “Kanban”, “Taka Time”, “Just In Time”, “TPM”, “SMED – Quick Change Over”, “FMEA”, “Poka Yoke”, “Key Characteristics”, “Andon”, “Diseño Lugar de trabajo / Lay-out”, “QVC”, “Skill Matriz”, “SQCDP”, “Trabajo en equipo y Reuniones Eficaces”, “Liderazgo, negociación y comunicación” ó “Lean Engineering” entre muchos otros.

Se destaca de este cambio de filosofía, que con Lean existe trabajo en equipo con plena participación de las personas, con consistencia, compromiso y también con disciplina en la forma de trabajar de los distintos equipos. Con todo este esfuerzo por parte de todo el personal de Airbus para realizar este cambio ha servido para apoyar aún más el pensamiento de que esta forma de trabajar es la más conveniente para todos. Sin esta implicación de todo el personal, la filosofía Lean no podría llevarse a cabo, de ahí la importancia de este aspecto.

“La calidad empieza y termina con la formación. Para promocionar la calidad con la participación de todos, la formación ha de darse a todos los empleados, desde el presidente hasta los trabajadores de la cadena de montaje. La calidad es un pensamiento revolucionario en gestión, por eso todos los procesos de pensamiento de todos los empleados debe cambiarse. Para realizarlo, la formación ha de repetirse una y otra vez.”

Kaoru Ishikawa (Japón, 1915 – 1989)

Teórico de la administración de empresas japonés, experto en el control de calidad

6.1.3. Rentabilidad Técnica de la Implantación de Lean

La rentabilidad técnica es total, ya que la implantación de Lean en el proceso de producción del HTP A380 ha reducido tiempos de ciclo y tiempo total del proceso, que implica una de las mayores ventajas, que es el aumento de la producción con la misma calidad del producto.

El resumen del mapa visual del año 2008, del mapa actual y del mapa futuro, año 2010, es el siguiente:

	2008	Actual (2009)	2010
<i>Tiempo de Ciclo (días)</i>	128.08	43.06	31.17
<i>Tiempo de operaciones sin valor añadido (días)</i>	108.40	0.20	0.10
<i>Tiempo total del proceso, Lead Time (días)</i>	236.48	43.26	31.27
<i>Reducción del Lead Time (días con respecto al anterior año)</i>	-	193.22	11.97
<i>Porcentaje de reducción de Lead Time (%)</i>	-	81.71	27.67
<i>Takt Time (días en una fase/HTP)</i>	11.67	6.18	4.47
<i>Producción (HTP/año)</i>	18	34	47
<i>Días Laborables (días/año)</i>	210	210	210
<i>Horas laborables (horas/turno)</i>	7.7	7.7	7.7

Toda la implantación de Lean, con el apoyo de sus herramientas, origina la identificación de desperdicios del proceso y de operaciones sin valor añadido. Eliminando los desperdicios del proceso, se suprimen casi todas las actividades sin valor añadido, de modo que reduce el tiempo de ciclo y, por consiguiente, el lead time. Esto implica la reducción del tiempo en cada fase, de modo que se tratan y trabajan más cantidad de producto sin perder un ápice de calidad. De modo que con los mismos días laborables al año, las mismas horas de trabajo y el mismo personal, implantando Lean puede aumentar la producción a casi el doble en un año. Todo ello con la mejor calidad posible en el producto, sin variar sus propiedades y características.

6.2. Viabilidad Legal

El presente proyecto cumple con todas las normativas vigentes vinculadas con los aspectos tratados en el mismo, no existiendo ninguna legislación que afecte al proyecto impidiendo su ejecución, pues se ha tratado todo el proceso de producción de manera cooperativa entorno a la información de la empresa Airbus.

6.3 Viabilidad Económica

El presente proyecto cumple todos los requisitos económicos requeridos, puesto que todas las mejoras y herramientas implantadas de Lean en la producción del HTP A380 han sido estudiadas y analizadas, con referencia a su viabilidad económica y técnica para su rentabilidad en dicho proceso productivo, antes de ser implantadas. De hecho el presente proyecto trata de esta implantación de la filosofía Lean y de todas las aportaciones positivas a través de sus herramientas, que fundamentalmente se basan en la identificación de desperdicios y su eliminación.

La conclusión del aspecto económico es el siguiente:

Tabla resumen de los principales datos económicos de la influencia de las mejoras implantadas mediante Lean Manufacturing

Fases del proceso	Horas Eliminadas (ó en proceso)	Inversión (€)	Ahorro (€/avión)	Tarifa (€/hora)
1	78	255.000	5.850	75
2 y 3	109	446.250	8.175	75
4 y 5	101	391.935	7.575	75
6 y 7	115	418.065	8.625	75
Total	403	1.511.250	30.225	

Amortización (aviones)	50
-------------------------------	-----------

Además del ahorro en las horas (403 en total), se muestra en la tabla anterior que con una inversión de 1,5 millones de euros, aproximadamente, hay un ahorro de alrededor de 30.000 € por estabilizador fabricado. Teniendo en cuenta que la tarifa del trabajador está a 75 €/hora y que el Estabilizador Horizontal del A380 cuesta, con respecto a la mano de obra, 5000 horas (es decir, $5000 h \times 75 \text{ €/h} = 375 000 \text{ €}$).

De este modo, el dinero invertido se amortiza en 50 aviones ($1,5 \text{ M€} / 30 000 \text{ €/avión}$), que es prácticamente, 2 años de producción. Teniendo esto en cuenta, la futura producción tendrá un ahorro de 30.000 €/avión fabricado, con las mejoras implementadas y con una calidad superior a la anterior. Si se estima una fabricación en el futuro de 40 a 50 aviones, aproximadamente, se puede predecir un ahorro futuro de entre 1,2 a 1,5 millones de euros al año.

Todo ello hace que el coste sea rentable, ya que este desperdicio a largo plazo es más costoso que su propia mejora para rentabilizar al proceso tanto económicamente como que el producto esté a fecha requerida y en la cantidad deseada.

7. SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE

7.1. Seguridad e Higiene

La seguridad en el trabajo se define como el conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos, organizados y aplicados al estudio, reconocimiento y evaluación de riesgos, al diseño de medios preventivos y al análisis y control de los trabajos o elementos que incidan en la generación de accidentes de trabajo, con el fin de impedir que se originen pérdidas y conseguir las mejores condiciones laborales. Es decir, hay que aplicar un control de riesgos, que se base en evitar las condiciones peligrosas, o sea, en reducir y eliminar peligros.

7.1.1. Plan de Emergencia y Autoprotección

El objetivo de la autoprotección es evitar que aparezca la emergencia y, si no es así, salvar a las personas. Hay que diferenciar la autoprotección del plan de emergencia, pues la autoprotección no es la puesta en marcha del plan de emergencia. También hay que diferenciar entre emergencia y prevención.

Emergencia. Es una situación no habitual que produce o puede producir daños a las personas o instalaciones. Son emergencias situaciones en las que se dan incendios, inundaciones, rotura de conducciones, derrames, fugas de gases, vientos huracanados, etcétera, son ejemplos de emergencias que pueden presentarse en una planta industrial.

Prevención. Es el método para evitar muchas situaciones de emergencia. Los riesgos de incendio pueden evitarse por medio de diversas actuaciones como por ejemplo el cumplimiento de las normas de seguridad, hábitos y prácticas seguras, inspecciones y acciones correctoras, mantenimiento preventivo, etcétera. El objetivo prioritario de un plan de emergencia lo constituye la seguridad de las personas, para ello existen instrucciones que son medidas de prevención dirigidas al personal en general de la planta.

La elaboración del plan de emergencias de la factoría de Puerto Real, se rige por 4 documentos según la Orden Ministerial de 29 de Noviembre de 1984, por el cual, quedó

aprobado el “Manual de Autoprotección para el desarrollo de Planes de Emergencias Contra incendios y de Evacuación de Locales y Edificios”, además del cumplimiento del artículo 20 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Medidas de emergencias, en el que se indica: “El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento. El citado personal deberá poseer la formación necesaria, ser suficiente en número y disponer del material adecuado, en función de las circunstancias antes señaladas. Para la aplicación de las medidas adoptadas, el empresario deberá organizar las relaciones que sean necesarias con servicios externos a la empresa, en particular en materia de primeros auxilios, asistencia médica de urgencia, salvamento y lucha contra incendios, de forma que quede garantizada la rapidez y eficacia de las mismas.”

Para elaborar dicho plan de emergencia, Airbus Puerto Real siguió los 4 documentos anteriormente comentados:

1. **Evaluación del riesgo.** Ante esta evaluación, se tiene que tener claro los principales factores y agentes de riesgos en el trabajo. Para poderlos evaluar se organizan según distintas categorías, como por ejemplo la clasificación de la figura 7.1.1.a.

FACTORES Y AGENTES DE RIESGO EN EL TRABAJO		
MATERIALES	PERSONALES	SOCIALES
Físicos Químicos Biológicos	Fisiológicos Psíquicos Sociológicos	Políticos y morales Económicos Organizativos
AGENTES MATERIALES		
FÍSICOS	QUÍMICOS	BIOLÓGICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Mecánicos: <ul style="list-style-type: none"> ○ estáticos ○ dinámicos • Eléctricos • Ópticos • Ambientales: <ul style="list-style-type: none"> ○ temperatura ○ humedad ○ presión • Neumáticos • Acústicos • Vibraciones e impactos • Radiación 	<ul style="list-style-type: none"> • Agentes en el aire: <ul style="list-style-type: none"> ○ polvos ○ humos ○ nieblas ○ aerosoles ○ gases ○ vapores • Agentes líquidos • Agentes sólidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bacterias • Virus • Parásitos • Hongos • Animales • Alérgenos

Figura 7.1.1.a. Clasificación de los Factores y Agentes de Riesgo en el trabajo

Seguidamente, la evaluación se puede centrar en distintas áreas, como por ejemplo según el riesgo de incendio que tenga el área, así será alto, medio o bajo ó según las condiciones de evacuación, así serán condiciones adecuadas o inadecuadas.

En cada área, además, existe un plano de la situación y el emplazamiento de información básica de seguridad para tener informados a todo el personal. Como la existencia de hidratantes en un rango de 200 metros desde cualquier punto, la orientación norte o sur en la que se encuentra, la ubicación de productos peligrosos, etcétera.

2. Medios de protección.

- a. **Inventario.** Medios de protección de las instalaciones por aparatos de detección, alarma, extinción, alumbrado especial, etcétera.
- b. **Planos del edificio.** En los cuales se indican las vías de evacuación, los medios de extinción, las alarmas existentes, las materias inflamables, interruptores generales, etcétera.

3. **Plan de emergencia.** Donde se define la organización humana y los medios materiales necesarios. El plan de emergencia debe responder a las siguientes cuestiones en caso de emergencia: ¿qué se hará?, ¿quién lo hará?, ¿cuándo se hará?, ¿cómo se hará? y ¿dónde se hará?. Las emergencias se clasifican según los factores de riesgo, principalmente en 3 grandes grupos que son:

- a. **Conato de emergencia.** Accidente con un control factible. Es el incidente que puede ser dominado de forma sencilla y rápida por el personal, con un mínimo de formación en el manejo de equipos móviles de extinción (extintores) y medios de protección asignados al área, departamento o sección.
- b. **Emergencia parcial.** Accidente que requiere la actuación de equipos limitados. Es el incidente que para ser dominado y controlado requiere la actuación de los equipos de emergencia, principalmente el Equipo de Segunda Intervención (E.S.I.) y el Equipo de Apoyo Técnico (E.A.T.) con los medios propios de la Planta. El aviso a todo el personal y en especial a los Equipos de Emergencia, se dará mediante el sistema de megafonía con los mensajes grabados para tal caso. Los efectos quedan limitados al sector y no afecta a los colindantes, tampoco es necesaria la ayuda exterior. Si es necesaria la evacuación, sólo se

llevará a cabo con el personal afectado y la orden la dará el Equipo de Dirección y Control recabando la actuación del resto de los equipos si lo estimase necesario.

- c. **Emergencia general.** Accidente que requiere la actuación de todos los equipos internos y externos de socorro y salvamento, y comporta la evacuación de las personas. Es el accidente que precisa de la actuación de todos los equipos y medios de protección de la Planta, además de la ayuda de medios de socorro y salvamento externos. Los equipos de emergencia, actuarán prestando apoyo a los servicios de ayuda exterior. La emergencia general comportará la evacuación de las personas de varias áreas de trabajo. La orden de evacuación será dada por el Equipo de Dirección y Control (E.D.C.) que la comunicará al resto de los equipos y a los responsables de áreas por medio del sistema de megafonía con el mensaje pertinente.

El plan de emergencia se puede clasificar según las disponibilidades del personal como diurno, nocturno, festivo ó vacacional.

Lo siguiente son las acciones a tomar ante una emergencia, ya que las distintas emergencias requerirán la intervención de personas y medios diferentes para garantizar:

- a. Alerta rápida. Para informar a los equipos.
- b. Alarma. Para la evacuación del personal.
- c. Intervención. Para el control de la emergencia.
- d. Apoyo. Para el recibimiento de equipos externos.

Los equipos de emergencia deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Información. Deberán estar informados de los riesgos del proceso productivo.
- b. Señalización. Deberán señalar las anomalías que detecten.
- c. Medios de extinción. Tendrán conocimiento de la existencia de éstos y de su uso.
- d. Mantenimiento. Cumplirán con el mantenimiento en condiciones óptimas de los medios de extinción.
- e. Capacitación. Estarán capacitados para suprimir anomalías.
- f. Capacidad de reacción. Combatirán el fuego desde su descubrimiento con rapidez.
- g. Primeros auxilios. Deberán prestar primeros auxilios al personal.

- h. Coordinación. Tendrán coordinación con otros equipos que puedan existir.

4. **Implantación.** La implantación del plan de emergencia tendrá siete pilares fundamentales:

- a. Mantenimiento de las instalaciones con respecto al plan de emergencia.

El programa anual de este mantenimiento es el siguiente:

- Cursos periódicos de formación y adiestramiento.
- Mantenimiento de instalaciones peligrosas.
- Mantenimiento de instalaciones con detección, alarma y extinción.
- Inspecciones de seguridad.
- Simulacros de emergencia.

- b. Adecuación y señalización de las emergencias en condiciones óptimas.

- c. Realización de simulacros. Uno general una vez al año.

- d. Investigación de siniestros. Para la mejora del plan de emergencia ó la eliminación o disminución de un riesgo. Es decir, si se produjera una emergencia, se investigarán las causas que posibilitaron su origen, propagación y consecuencias, así como la respuesta dada con el plan de emergencia. Del mismo modo, se emitirá un informe para el Cuerpo de Bomberos ó para los Servicios de Protección Civil.

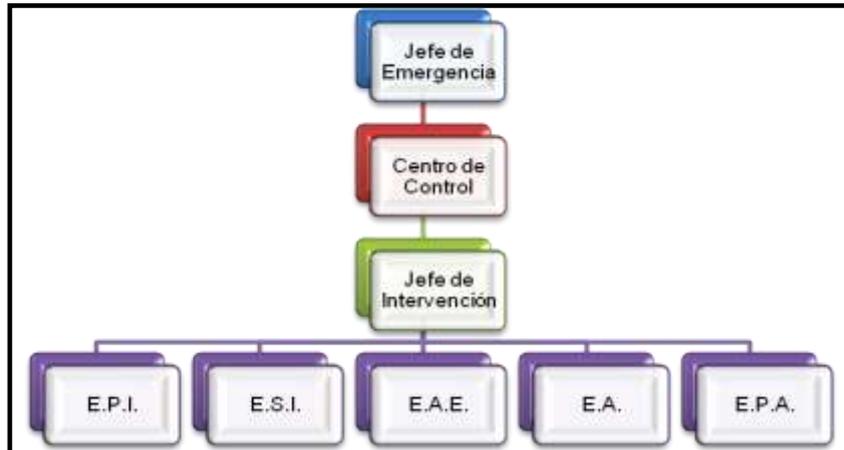
- e. Formación e Información a todo el personal de las medidas en seguridad de la planta.

- f. Obras de reforma y acondicionamiento.

- g. Programa de implantación de cualquier novedad sobre el plan, así como la debida información. Todo ello se programará con calendario, según las siguientes actividades:

- Inventario de los factores principales de riesgo.
- Inventario de los medios técnicos para la autoprotección.
- Evaluación del riesgo.
- Confección de planos.
- Redacción de los planes de emergencia.
- Incorporación de alarmas, señalización, etcétera.
- Confección de planos con “usted está aquí”.
- Reuniones informativas a todo el personal.
- Selección, formación y adiestramiento de los miembros de los equipos de emergencia

En referencia a la seguridad de la planta, la cadena de mando de la misma sería:



Cadena de Mando de la Seguridad de la Planta Airbus Puerto Real

Donde las siglas significan:

E.P.I. – Equipo de Primera Intervención

E.S.I. – Equipo de Seguridad Industrial

E.A.E. – Equipo de Alarma y Evacuación.

E.A. – Equipo de Actuaciones de emergencia.

Entre el jefe de emergencias y el jefe de intervención está situado el centro de control, el cual es aquél que controla la emergencia según los niveles de alarma de la misma. De modo que se pueden diferenciar tres alertas: Alarma de emergencia, Alarma local y Alarma General, dependiendo de la gravedad y la zona donde se ha producido la emergencia.



Representación del Centro de Control con respecto a los niveles de alarma que pueden existir

A continuación se informará sobre el Plan de emergencia contra incendios y de evacuación de la factoría, también de las actuaciones que deben llevar a cabo en caso de que se produzca una situación de emergencia, con el fin de que no se produzcan daños a las personas, instalaciones y materiales.

Instrucciones en el caso de descubrir una emergencia en la factoría:

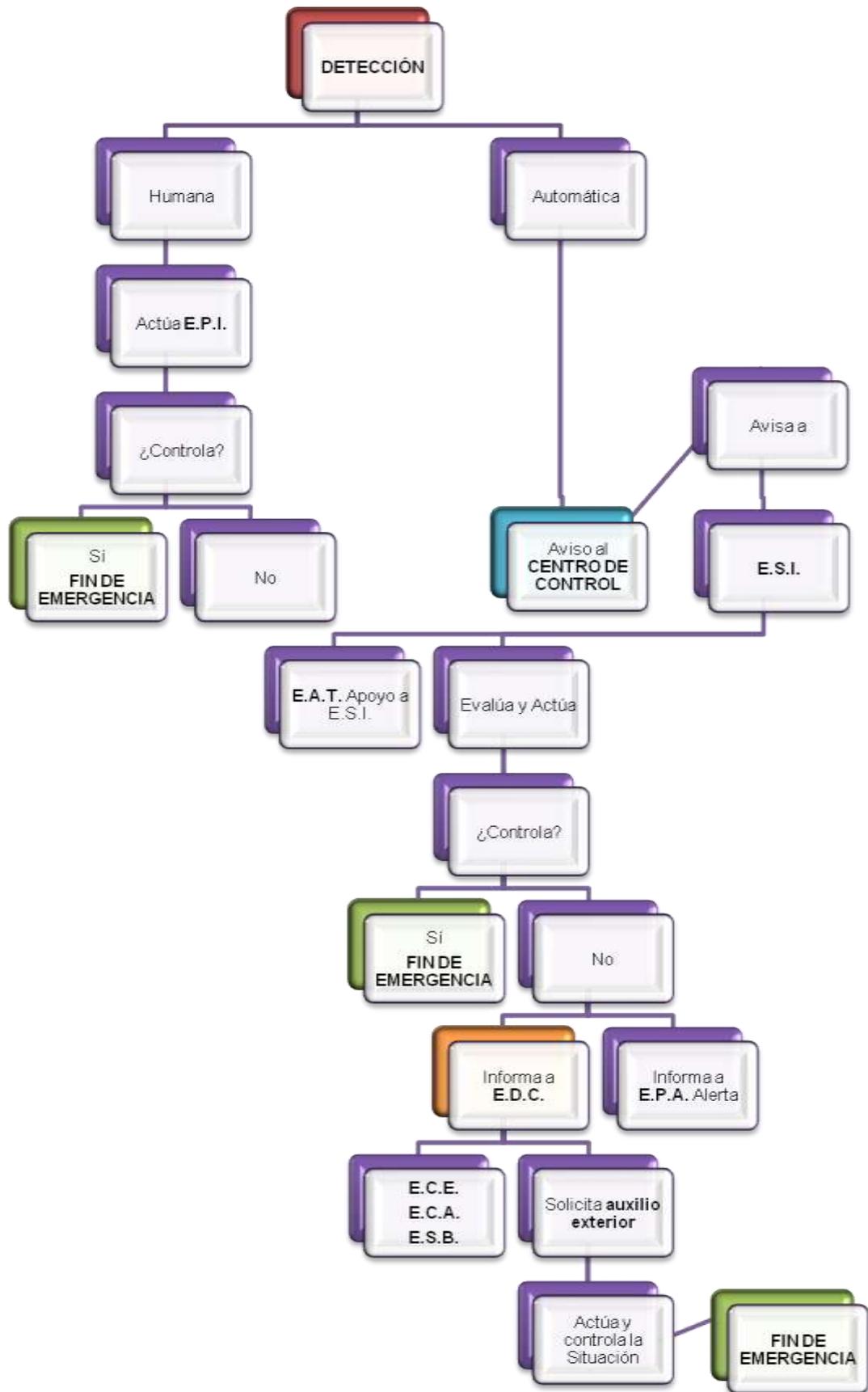
- ✿ Actuación correcta y rápida ante el inicio de un incendio. Esto puede evitar grandes siniestros, puesto que la mayoría de los incendios tienen como origen un pequeño foco inicial. Por tanto si una persona descubre un incendio en su fase inicial debe tratar de extinguirlo con extintores portátiles, si considera que tiene capacidad de hacerlo.
- ✿ Se avisará inmediatamente a los teléfonos de emergencia, asegurándose de que se ha recibido el aviso. Esto puede ocurrir si la persona que ha descubierto el incendio no puede extinguirlo y/o considera que no tiene capacidad para ello.
- ✿ La persona que da el aviso de emergencia debe identificarse y dar detalles del lugar, naturaleza y magnitud de la emergencia.
- ✿ Igualmente se debe dar aviso a los Equipos de Primeros Auxilios y de Apoyo Técnico llamando a los teléfonos de emergencia, dependiendo del tipo de emergencia que se presente, ya sea incendio en las instalaciones eléctricas, inundaciones, vientos huracanados, colapsos de estructuras, accidentes de trabajo, etcétera.
- ✿ Seguir las indicaciones del Equipo de Conducción y Evacuación, ó mandos de la zona.
- ✿ Conservar la calma y actuar con rapidez, desconectando equipos y/o máquinas que se estuvieran utilizando.
- ✿ Las carretillas, kits u otros vehículos de elementos, se dejarán apartados donde no obstaculicen las vías de acceso y evacuación.
- ✿ Dirigirse rápidamente al punto de encuentro más próximo, fuera del edificio, que figura en el plano de la zona (*ver figura 7.1.1.b.*). La orden de evacuación parcial o total del edificio hacia el Punto de Encuentro* que figura en el plano del Plan de Emergencia de cada zona, debe darla el Equipo de Mando de Emergencia a través del Responsable de Zona o mandos del área. Si la rapidez de los hechos o gravedad de las posibles consecuencias así lo requieren, serán el Responsable de Zona o los mandos del área quienes darán la orden de evacuación parcial o total hacia el Punto de Encuentro* cercano al edificio afectado.

- ✿ No utilizar los ascensores.
- ✿ No detenerse en salidas y lugares de paso.
- ✿ No volver a entrar en las dependencias.
- ✿ Comprobar al salir si hay alguna persona rezagada que esté en dificultades y que necesite ayuda.
- ✿ Si hay humo, caminar con la cabeza baja tapándose la boca y la nariz con un pañuelo.
- ✿ Una vez alcanzado el punto de encuentro, esperar instrucciones del responsable de la zona o Seguridad Industrial.

A continuación se expone la planificación de la organización, con respecto a su estructura, de manera que se distingue entre: Si se detecta una emergencia, Centro de control de comunicaciones y Situación no controlada.

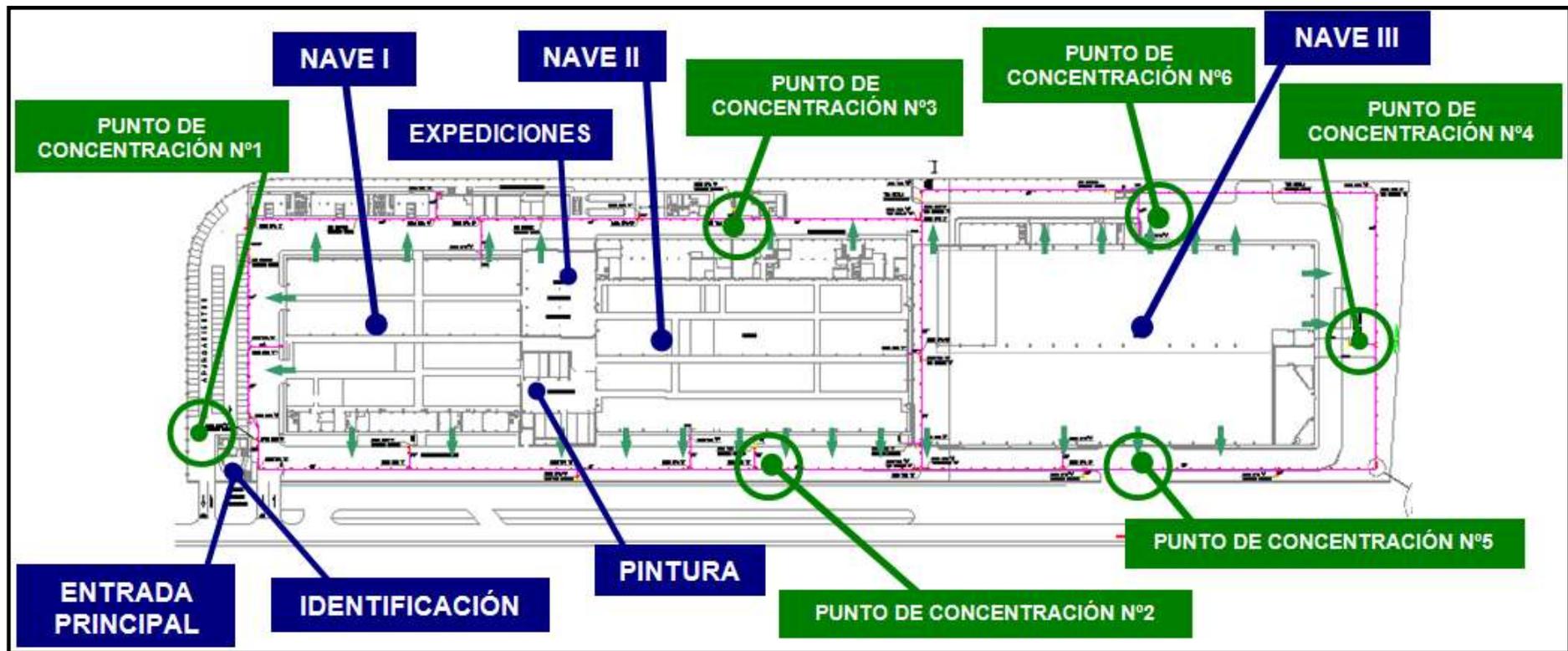
Denominación de los Equipos de Emergencia.

- Equipo de Dirección y Control (E.D.C.)
- Equipo de Primera Intervención (E.P.I.)
- Equipo de Segunda Intervención (E.S.I.)
- Equipo de Apoyo Técnico (E.A.T.)
- Equipo de Primeros Auxilios (E.P.A.)
- Equipo de Control de la Evacuación (E.C.E.)
- Equipo de Control de Accesos (E.C.A.)
- Equipo de Salvamento de Bienes (E.S.B.)



Planificación de la Organización ante una emergencia

Figura 7.1.1.b. Plano de Emergencia de la planta de Airbus Puerto Real



7.1.2. Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo

Hay 5 tipos fundamentales de señalización en la planta:

- ▶ Señales de Advertencia. Con forma de triángulo, de color amarillo normalmente y contorno de color negro.
- ▶ Señales de Prohibición. Señal de forma redonda, de fondo blanco y de contorno de color rojo, normalmente con una línea del mismo color diagonalmente dibujada.
- ▶ Señales de Obligación. De forma redondeada, de color azul e indicaciones de color blanco.
- ▶ Señales relativas a los Equipos de Lucha Contra Incendios. Con forma cuadrada o rectangular, con relleno de color rojo e indicaciones de color blanco.
- ▶ Señales de Salvamento o Socorro. Señal con forma cuadrada o rectangular de color verde e indicaciones de color blanco.

Las señalizaciones están regidas por el Real Decreto 485/97, sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo. Está controlado por el Departamento de Recursos Humanos y el Departamento de Seguridad e Higiene.

SEÑALES DE ADVERTENCIA



SEÑALES DE PROHIBICIÓN



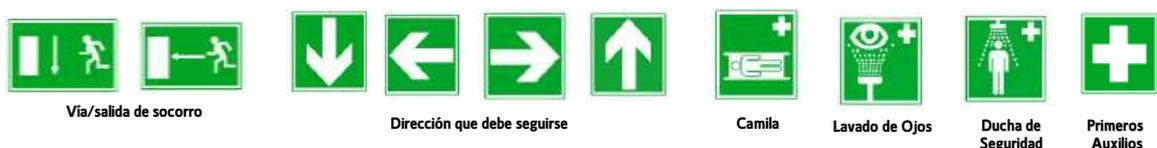
SEÑALES DE OBLIGACIÓN



SEÑALES RELATIVAS A LOS EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS



SEÑALES DE SALVAMENTO O SOCORRO



Además de estas señales, existe por toda la planta señalizaciones sobre la seguridad y salud laboral para todo el personal. Aparte, se exponen estanterías de información sobre las protecciones individuales, tanto en el transcurso del trabajo como en situaciones de emergencias, así como su utilización.



Ejemplos tomados de la Nave 3 sobre la información de la Seguridad y Salud Laboral expuesta en el Taller de Producción

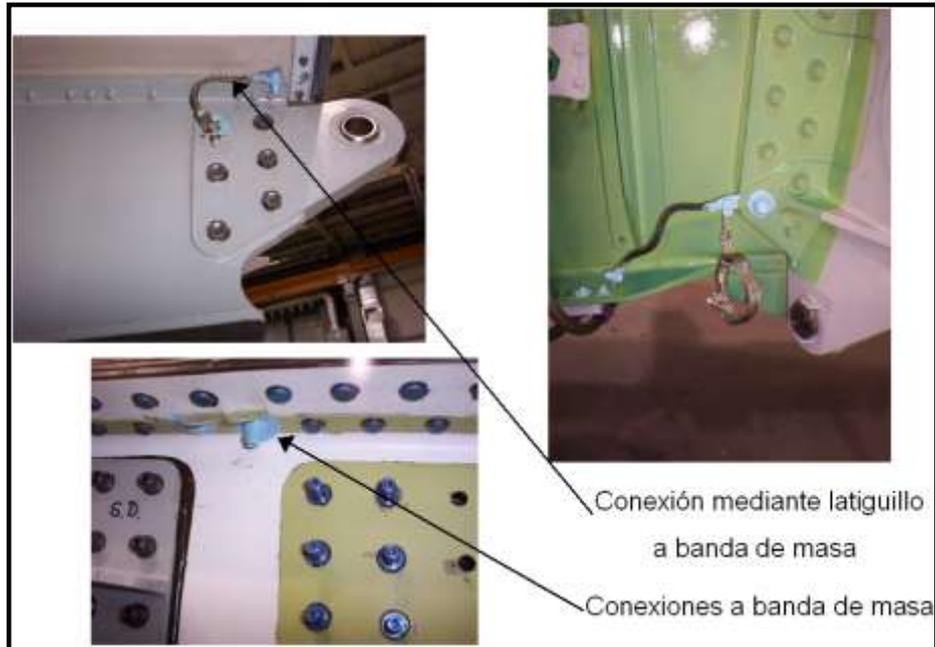
7.1.3. Protección de Sistemas en HTP

La protección de los sistemas en el HTP está basada en la correcta conexión eléctrica ó aislamiento entre éstos y la estructura principal metálica. Se conoce como estructura principal metálica a aquellos elementos del HTP metálicos. Dada la escasez de materiales metálicos en el HTP, se requiere la instalación de elementos auxiliares (*Por ejemplo: bandas de masa*). Cada sistema tiene particularidades en la filosofía de protección del mismo (bonding) dependiendo de si se trata del sistema eléctrico, hidráulico o de combustible.

El bonding es un tecnicismo inglés que significa “unir o pegar dos elementos”, y sirve para obtener la protección adecuada frente al impacto de rayos o descargas eléctricas de una estructura. Es necesario que ésta se encuentre provista de elementos metálicos interconectados entre sí. Determinados materiales metálicos poseen óptimas propiedades eléctricas que favorecen el flujo de corriente a través de una estructura. La aeronave debe formar parte del camino eléctrico de la descarga eléctrica que se produce ante un impacto de rayo.

La nomenclatura del bonding es:

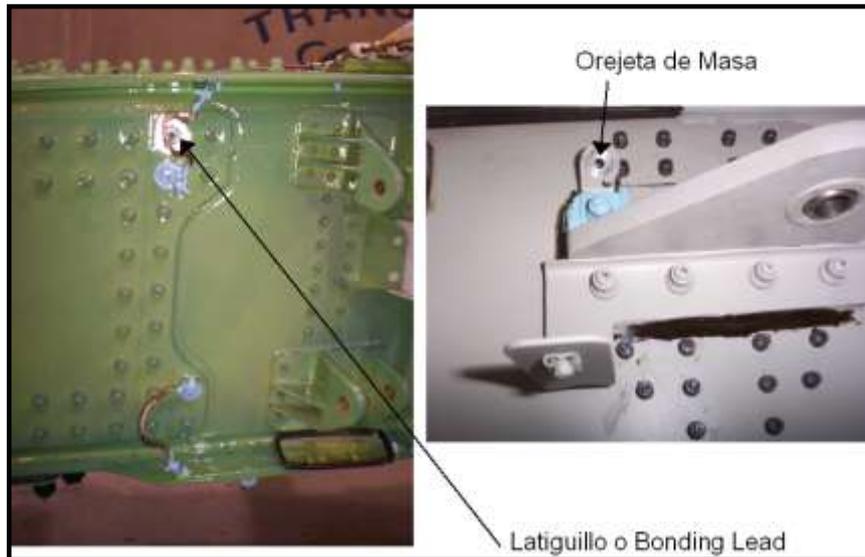
- Metallic strip. Banda metálica.
- Elementos conductores: los más típicos son titanio, aluminio y acero.
- Elementos aislantes: nylon, teflón, etcétera.
- Bonding Lug: Orejeta.
- Señalización de fabricación del bonding: barniz azul.



Ejemplos de aplicación de bonding en el HTP



Ejemplos de aplicación de bonding en el HTP



Ejemplos de aplicación de bonding en el HTP

Todos los equipos de cada sistema deben conectarse a los elementos del sistema adyacentes (Por ejemplo: tuberías, mazos de cables).

Para la aplicación de los principios básicos de la protección se distinguen entre zonas húmedas y secas (las zonas de combustible tienen requerimientos más severos y en ocasiones, requerimientos diferentes que aseguran la protección).

La filosofía aplicable al sistema de combustible es la de “single bonding point” que consiste en lo siguiente: se dispone de un único punto de masa pero de forma redundante. Para la aplicación de esta teoría se dispone de elementos aislantes (“insulator breaks”) que impiden el paso de corriente de unas secciones de tuberías o equipos a otras. El sistema de combustible se encuentra aislado de la estructura de fibra de carbono (Por ejemplo: a través de soportes, “insulator breaks”). Los tubos de combustible estarán en contacto eléctrico entre sí (mediante el uso de puntos de masa o latiguillos). En los casos de zona húmeda se dispondrán de dos puntos de bonding. (ver figuras 7.1.3.a, 7.1.3.b. y 7.1.3.c.). En el sistema de combustible es muy importante asegurar los puntos de bonding en el interior de tanque dada la filosofía aplicada (“single bonding point”). Además la puesta a masa del sistema se concentra en los formeros (piezas de estructura rígida, compuestas de aluminio) de las costillas de la zona central. Dado que existe un punto (redundando) que es importante para asegurar el bonding en estas áreas.

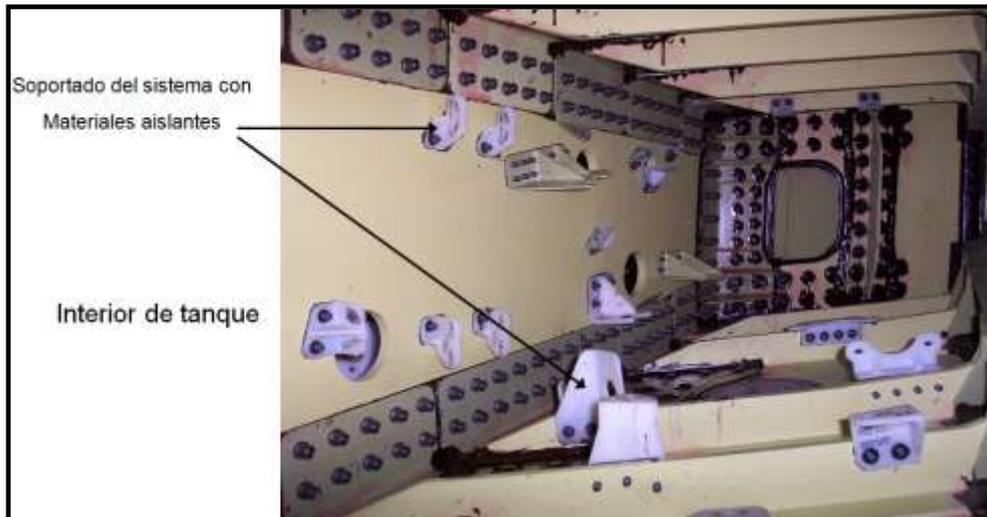


Figura 7.1.3.a. Materiales aislantes en el interior del tanque del HTP A380



Figura 7.1.3.b. Materiales aislantes en el interior del tanque del HTP A380

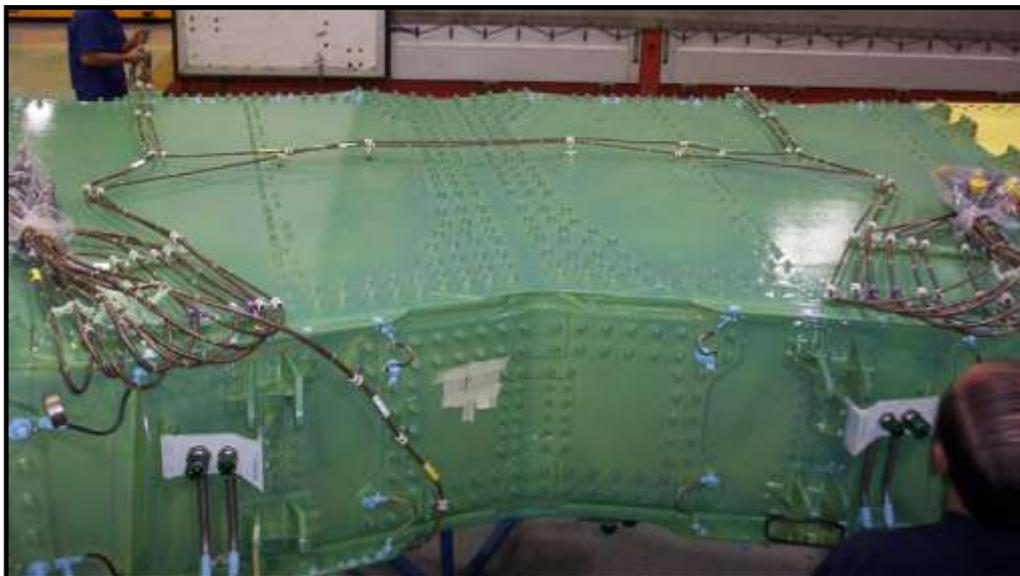


Figura 7.1.3.c. Puntos Bonding superficiales de la sección central del HTP A380

En el sistema eléctrico los mazos van cubiertos por una malla metálica (*denominada Ovebraid*) a lo largo de todo su ruteado en el estabilizador. Esta malla debe presentar puntos de bonding en ambos extremos de la misma, así como en las áreas o zonas intermedias (*“intermediate bonding point”*).

Los puntos de bonding se realizan a través de latiguillos especiales denominados (*“pig tails”*), y/o a través de los conectores.

Generalmente, los mazos eléctricos conectan en uno de los extremos a equipos y en el otro con otros mazos de fuselaje procedentes de la sección 19 (*“cola” del avión*, parte donde está insertado el HTP en el avión), (*ver figuras 7.1.3.d. y 7.1.3.e.*).



Figura 7.1.3.d. Ejemplo de Aislante eléctrico en el HTP



Figura 7.1.3.e. Ejemplo de Pig Tails

7.1.3.1. Protección del HTP y del Avión frente a la Energía Eléctrica y Estática

El HTP A380 está constituido por fibra de carbono en gran porcentaje. Pero hay un detalle sobre los materiales a tener en cuenta, y es que en los timones del estabilizador se coloca, por toda el contorno final que está en contacto con el aire, una parte de aluminio y en los extremos (*hasta llegar a los Tip's*) de acero inoxidable (ver *figura 7.1.3.1.a.*). Existe una parte del extremo de acero inoxidable debido a que se realizaron pruebas de electricidad, simulando rayos, y se comprobó que la última parte del timón sufría mucho, e incluso llegaba a quemarse el aluminio. Por este motivo la última parte se fabrica de acero inoxidable. Todo esto se realiza debido a la seguridad en el avión, ya que en esta parte final del timón se sitúan los descargadores. Éstos tienen la misión de eliminar ó descargar la energía acumulada, ya sea eléctrica ó estática. De modo que sirve de protección, porque al no acumularse en el avión, no puede sufrir sobrecargas ni subidas de tensión, presión ó temperaturas excesivas para la estructura del avión y, consecuentemente, se elimina riesgo de un accidente aéreo.



Figura 7.1.3.1.a. Representación del extremo final de acero inoxidable de los timones y de todo el resto del extremo de aluminio

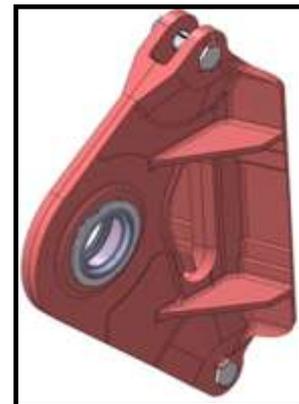
La energía que se puede acumular no sólo puede ser eléctrica (*debida a rayos, por ejemplo que impacten en el avión*), sino también puede haber energía acumulada de tipo estática. Esta acumulación de este tipo de energía se debe al choque y roce del aire con el avión, esta energía estática puede causar sobrecargas en los sistemas eléctricos y, por lo tanto, puede ocasionar problemas en el vuelo del avión.

Para evitar este tipo de problemas se usan los descargadores, pero también hay que asegurarse de que la energía llega a ellos, es decir, se debe garantizar el recorrido de la energía a través de todo el avión, incluido el estabilizador por completo hasta llegar a estos descargadores.

El estabilizador al ser de fibra de carbono, no es buen conductor de energía, por ello se recubre con una malla de bronce. Además todo el sistema interno del estabilizador está cubierto de puntos de masa, como los herrajes del final del HTP, que son de metal. Ó por ejemplo, en la banda de ataque existen remaches con puntos de masa para llevar esta continuidad. Todo para dar el camino de la energía hacia los descargadores.

Para confirmar este recorrido de la energía, se realizan pruebas en las que se inyecta electricidad y comprueban que el trayecto que realiza la energía es el indicado y que se expulsa del avión por los descargadores.

Una medida de protección frente a vibraciones ó energías que sobrepasen el límite es la que se implanta en los tricornos y jack fitting, y consiste en que el elemento está compuesto por dos dispositivos idénticos y unidos entre sí. De manera que si se presenta una grieta en uno de ellos y no es visible en una inspección, el elemento en sí no sufra una rotura y produzca un accidente, sino que con uno de los dos dispositivos puede seguir el avión en vuelo, de manera que en las próximas inspecciones que la grieta o fractura será más arraigada, se podrá solucionar dicha avería. Así se da una especie de margen entre la visión de la avería y su solución, y las consecuencias de la rotura del mismo, que podría desencadenar una serie de acontecimientos que puede llegar a ser un riesgo de accidente aéreo.



Tricornio

7.1.3.2. Pruebas realizadas al HTP A380 por cada modelo

Además de las pruebas reglamentarias que se le realizan a cada estabilizador que sale al mercado. Se realizan otras pruebas más extremas por cada avión con grandes modificaciones que tenga del anterior, es decir, por cada modelo de avión.

Estas pruebas se realizan en Airbus Getafe y se pueden clasificar en dos, las cuales están sobredimensionadas para poder garantizar la funcionalidad del estabilizador:

- ⇒ Prueba de Estática. Consiste en unir al extremo de cada cajón de HTP una sobrecarga de peso, que nunca va a darse, durante un período de 6 meses seguidos. Pasados los 6 meses se comprueba la estructura del estabilizador y cómo se ha comportado frente a estas cargas.
- ⇒ Prueba de Fatiga. Consiste en someter al HTP a una serie de vibraciones de gran escala durante un tiempo continuo determinado. Estas pruebas son tan extremas que el nivel de los extremos de los cajones del estabilizador llegan a alcanzar el metro y medio de altura. Es imposible que el estabilizador se encuentre en estas condiciones en vuelo, pero de esta manera se testa correctamente. Después del tiempo en vibración se comprueba la funcionalidad y resistencia del HTP.

7.2. Medio Ambiente

Airbus está trabajando para implantar un sistema de gestión medioambiental basado en la norma internacional ISO 14001. La mejora de la calidad sólo será posible si se compatibiliza el desarrollo económico con la preservación de otros activos como el medio ambiente y la seguridad y la salud de las personas. Esta calidad se ve reflejada en las expectativas de los Clientes. La contribución a esta tarea es el éxito frente a los Clientes, a la sociedad y al desarrollo y futuro de la empresa.

El Departamento de Medio Ambiente de Airbus ha incorporado el “Manual de las Buenas Prácticas Medioambientales”. En el cual se especifica todos los tipos generales de desperdicios que el operario se puede encontrar y dónde debe depositarlos. Estos desperdicios pueden ser causados por diversos motivos como por ejemplo: guantes usados, brocas usadas, restos de sellante, bolsas de plástico,

etcétera. Así hasta llegar a 14 categorías de elementos que pueden ser de dudosa deposición según su proveniencia.

Además existe a lo largo de todo el taller, en las tres naves de la planta, paneles con la gestión y uso de las buenas prácticas medioambientales, accesible a todo el personal. También se incluyen las reglas de oro de Airbus en lo que refiere a acciones diarias para preservar el medioambiente, que son:

- ✿ Cerrar los grifos y válvulas tras su utilización, ya sea de agua, aire comprimido, etcétera.
- ✿ No malgastar la energía: apagar la luz y los equipos informáticos si no están siendo utilizados.
- ✿ Respetar el entorno: atención al excesivo ruido.
- ✿ Limitar los consumos de materiales, productos, artículos de oficina, etcétera. En este apartado se puede indicar que una mejora de las SOI's en uno de los workshop's fue el de dejar la operación del sellado para el final de las operaciones, ya que si se preparaba una costilla, se sellaba, se preparaba la segunda y se abría otro recipiente de sellante era un malgasto tanto de tiempo como de dinero muy elevado. Con ello se limitó el consumo de sellante, además de reducir costes y el lead time de la tarea.
- ✿ No verter ningún residuo ni material a las redes de colectores de agua, ya que pueden ser redes pluviales o de saneamiento y puede contaminar el medio ambiente y/o la salud de las personas.
- ✿ Cerrar siempre los envases de productos tras la utilización del mismo, para evitar, fundamentalmente, emisión de vapores ó derrames.
- ✿ Respetar la recogida selectiva de residuos, con este fin fue elaborado el manual de las buenas prácticas medio ambientales.
- ✿ Comunicar cualquier incidente ambiental y seguir las acciones previstas para estos casos sin correr riesgos. Incidentes tales como fugas ó derrames.
- ✿ Respetar las normas de seguridad vinculadas al transporte y a la manipulación de residuos.

Aparte de estas implantaciones en la planta de Puerto Real, hay que destacar que en concreto el avión Airbus A380 es un avión respetable para el medio ambiente. Su consumo de combustible es minúsculo, quema menos de 3 litros por pasajero cada 100 km; y produce la mitad de energía sonora que su competidor americano, el Boeing

747, cuando sin embargo lleva un 40 % más de pasajeros y además, las emisiones de CO₂ se han visto reducidas considerablemente.

Las prioridades de las aerolíneas en el futuro van a ser la economía, la eficiencia y el medioambiente.

8. BIBLIOGRAFÍA

Artículos

- Boletín Oficial del Estado 10.11.1995, Ley 31/1995, de 8 de noviembre, *Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL)*. UGT, Unión General de Trabajadores. [Internet, consultado en enero de 2009].
- Centro Andaluz para la Excelencia de la Gestión, *Jornada Técnica: Experiencias en la Aplicación de Lean*. IAT Instituto andaluz de tecnología, 17 de junio de 2004. [Internet, consultado en noviembre de 2008].
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas, *Instrucciones básicas de actuación – equipo de alarma y evacuación*. Sociedad de Prevención de FREMAP. [Internet, consultado en diciembre de 2008].
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “*NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos*”. AMFE. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. [Internet, consultado en diciembre de 2008].
- Joseph, Lloyd, *A Lean Enterprise. What we do, Why we do it*. SPIllas Ply Ltd. Marzo 2003.[Internet, consultado en enero de 2009]
- Kaizen Institute, *Masaaki Imai, El padre de la Filosofía Kaizen*. 2007.[Internet, consultado en noviembre de 2008]
- Lefcovich, Mauricio (Consultor en administración de operaciones y estrategia de negocios, especialista en Kaizen y Seis Sigma), *Kaizen, la gestión japonesa de la excelencia*. [Internet, consultado en diciembre de 2008].
- Rico Vallejo, César (Gerente del Grupo Galgano), *Mejora de procesos – Seis Sigma, Lean, Grupos de Mejora...Cuándo utilizar cada metodología*. Revista Forum Calidad nº 169 de 2006. [Internet, consultado en noviembre de 2008].
- Serigó, Xavier (Consultor de Grupo Galgano) *Los beneficios de aplicar el Lean a los sistemas de producción*. Revista “Manager Business Magazine”, marzo – abril 2006, nº 7. [Internet, consultado en noviembre de 2008].
- Tornos, Ignacio (Socio director del Grupo Galgano), *Lean Manufacturing - ¿Qué significa flexibilidad en la cadena de suministro?. Introducción a la serie de artículos*. Revista Forum Calidad, para los empleados de EADS nº 155, año 2004. [Internet, consultado en noviembre de 2008].

Artículos de Periódico

- Holgado, Ruth, *A380, un avión made in Getafe*. El periódico de Getafe, Getafe Capital. Miércoles 4 de Noviembre de 2007. [Internet, consultado en noviembre de 2008].

Información Corporativa

- Airbus S.A.. *Airbus People*. [web interna]. Información variada.
- Airbus España, S.A., *Manual de Información General de Airbus España*.
- Airbus Puerto Real, *SFIS – Shop Floor Information System*, Software interno de Airbus. [Información y planos del proceso].
- Leía, John, *Comercial Update*. Jefe de operaciones oficial de clientes, Airbus.
- Airbus Getafe, *La implantación del ALPS en Puerto Real sigue su curso*. Airbus People, 10 de septiembre de 2007. [Artículo].
- Airbus Getafe, *Lean Manufacturing, una realidad imparables en la planta de Puerto Real*. Airbus People, 4 de abril de 2008. [Artículo].
- Airbus Getafe, *Avance de los progresos de puerto real en Lean Manufacturing*. Airbus People, 13 de junio de 2008. [Artículo].
- Airbus Getafe, *Lean Manufacturing, balance del trabajo realizado en Puerto Real*. Airbus People, 21 de diciembre de 2007. [Artículo].
- Airbus Getafe, *Gestión del Cambio en la planta de Puerto Real*. Airbus People”, 7 de noviembre de 2008. [Artículo].
- Airbus Getafe, *El equipo ALPS de Illescas proyecta un plan global de Lean Manufacturing*. Airbus People, 20 de octubre de 2008. [Artículo].
- Airbus Getafe, *Nuevos eventos Kaizen en la planta de Puerto Real*. Airbus People, 26 de noviembre de 2008. [Artículo].
- Airbus Getafe, *Primer evento Kaizen en la planta de Puerto Real*. Airbus People, 12 de septiembre de 2008. [Artículo].
- Revista “Power8”, *Las plantas de Airbus España realizan sus primeros eventos kaizen*. Airbus People. [Artículo].
- Revista “One, Airbus News for Airbus People”, *Airbus Lean Production System*. Mayo 2007. [Artículo].
- Grupo ALPS, *Guías Prácticas de Implantación Lean Manufacturing*. [Informes y presentaciones].
- Lee, Quarterman y Snyder, Brad, *The Strategos Guide to Value Stream mapping & Process Mapping. Genesis of Manufacturing Strategy*. Strategos, Inc., Consultants Engineers Strategists. 2006. [Guía explicativa].
- Airbus España, *Somos calidad*. Organización de Calidad del CoE HTP (TTQ),. [Presentación].
- Sesa Systems, *Catalogue Airbus 2009*. [Memoria explicativa].
- Departamento de Análisis de Sistemas (Protección contra rayos), *A380 HTP Instalación de Sistemas – Protección contra rayos en la línea de producción*. Curso de Formación. Enero 2004.
- Monroy, Luis, *Seguridad en el Trabajo – Planes de emergencia y Autoprotección*. Departamento de Seguridad y Salud Laboral de Airbus Puerto Real. [Guía]

- Departamento de Medio Ambiente Airbus, Puerto Real, *Manual de Buenas Prácticas Medioambientales*. [Manual de uso].
- Airbus France, S.A.S., *A380 – Aircraft Location Toulouse*. 6 de enero de 2009. [Presentación].
- Airbus Info. *A380 Innovation and Technology*. Enero 2008. *Airbus A380 orders and commitments*, Febrero 2008. y *A380 Suppliers and Industrial Partners*, Enero 2008.

Internet

- Fichas de Seguridad sobre Productos. Cor Química, S.L., [Internet] Disponible en: <http://cor.es/>. [Consultado en enero de 2009].
- Fichas de Seguridad sobre Productos. Solutia Europe, S.A., [Internet] Disponible en: <http://www.solutia.com>. [Consultado en enero de 2009].
- Grupo Galgano, Información sobre Lean Manufacturing. [Internet]. Disponible en: <http://www.leanmanufacturing.es/> y <http://www.galgano.es/>. [Consultado en noviembre de 2008].
- Información sobre Airbus España y sobre el avión A380. [Internet]. Disponible en: <http://www.airbus.com>. [Consultado en diciembre de 2008].
- Información sobre Airbus España y sobre el avión A380. [Internet]. Disponible en: <http://www.eads.com>. [Consultado en diciembre de 2008].
- Kaizen Institute, Información sobre Kaizen. [Internet]. Disponible en: <http://es.kaizen.com/>. [Consultado en diciembre de 2008].
- Sistema de producción Toyota. [Internet] Disponible en: <http://www.toyota-forklifts.es/>. [Consultado en diciembre de 2008].

Libros

- De Domingo, J. y Arranz, A.. *Calidad y Mejora Continua*. San Sebastián: Editorial Donostiarra, S.A..
- Galgano, A., 2003. *Las tres revoluciones*. Editorial Díaz de Santos.
- Saderra Jorba, Ll., 1994. *La Calidad Total: Secreto de la industria japonesa*. Barcelona: Pioneer Biblioteca Técnica.

Varios

- 5º Ingeniería Química, *Química Industrial: Operaciones, Mantenimiento y Seguridad en Planta*. Asignatura [Curso 2007-2008].
- Delgado Grosso, José María, *Líder del Grupo OSP*. [Abastecimiento de información y dudas acerca del proceso productivo y de Lean].
- Departamento de Ingeniería del Proceso de Producción del HTP A380. *Información recogida*. [Datos, informes, evoluciones, etcétera]

- Departamento de Producción y del Taller del Proceso de Producción del HTP A380. *Información recogida.* [Información acerca del proceso de producción, de los frenos, desperdicios y mejoras].
- Grupo ALPS del Proceso de Producción del HTP A380, 2008. *Datos recogidos del estudio de Lean en el proceso de producción del HTP A380.* [Comunicaciones, informes, presentaciones, cursos, etcétera].
- Grupo de Diagnóstico del Proceso de Producción del HTP A380, 2008. *Datos recabados del estudio de los frenos del proceso de producción del HTP A380 y de los desperdicios diagnosticados.* [Comunicaciones, informes, datos recogidos y analizados, fotos, etcétera].
- Grupo FTQ del Proceso de Producción del HTP A380, 2008. *Datos proporcionados por el grupo FTQ a cerca de la calidad en el proceso de producción del HTP A380.* [Comunicaciones, presentaciones, cursos, etcétera].
- Grupo OSP del Proceso de Producción del HTP A380, 2008. *Datos recogidos, estudiados y analizados del estudio de la optimización y mejoras del proceso a través de Lean en el proceso de producción del HTP A380.* [Comunicaciones, informes, trabajos, redacciones, presentaciones, cursos, fotos, etcétera].

9. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- ❖ **5 C's ó 5 S's.** Herramienta Lean que garantiza que cada cosa está en su sitio y que existe un único sitio para cada cosa. Los 5 pasos son:
 - Clean and check (limpieza y comprobación).
 - Clear out (Clasificación y descarte).
 - Configure (orden).
 - Conform (Estandarización).
 - Custom and practice (hábito y disciplina).

- ❖ **ALPS.** Grupo Airbus Lean Production System – Sistema de Producción Lean de Airbus.

- ❖ **BELLY FAIRING.** Carena inferior del fuselaje central del avión.

- ❖ **CTQ.** Critical To Quality – Traducción de las necesidades del Cliente en requerimientos para el producto.

- ❖ **DESPERDICIO.** Toda mala utilización de los recursos y/o posibilidades de una empresa que desemboca en actividades que no añaden valor al producto.

- ❖ **DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.** También conocido como diagrama de Ishikawa ó diagrama de espinas de pescado. Es una herramienta que ayuda a comprender las causas de un efecto por medio de un diagrama visual donde se agrupan todas las causas de modo ordenado.

- ❖ **DIAGRAMA DE PARETO.** Herramienta utilizada para la calidad del producto, con ella se clasifican las causas de los problemas, desde la más significativa hasta la menos significativa.

- ❖ **ESTANDARIZACIÓN.** Conjunto de políticas, reglas, instrucciones y procedimientos establecidos para todas las operaciones, que sirven como pautas para los empleados. De esta manera se consigue que la operación realice quien la realice, tendrá el mismo resultado óptimo tanto de calidad como de tiempo. Una herramienta que ayuda a implantar la estandarización usada por Airbus es la SOI.

- ❖ **FAL.** Final Assembly Line – Línea de ensamblaje final.

- ❖ **FMEA.** Failure Mode and Effects Analysis – Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE). Análisis de riesgos que permite dar una visión de la importancia de los riesgos cuantitativamente, según su gravedad, detectabilidad y frecuencia.
- ❖ **FOOTPRINTS.** Señalización en el suelo para determinar la localización.
- ❖ **HTP.** Horizontal Tail Plane – Estabilizador Horizontal del Avión.
- ❖ **JIDOKA.** Palabra japonesa usada por Toyota para describir máquinas diseñadas para parar automáticamente. Concepto de máquina inteligente.
- ❖ **JIG.** Estructura rígida con un sistema de posicionadores automáticos y zonas de control, uno por cada cajón lateral.
- ❖ **JIT.** Just In Time – Justo A Tiempo. Es un método que asegura los requerimientos del Cliente en referencia al tiempo de entrega, a la cantidad exigida y a la calidad deseada del producto. Abarca herramientas como sistema pull, takt time ó flujo continuo del proceso. Ayuda a la implantación de Kaizen (mejora continua).
- ❖ **KAIZEN.** Palabra japonesa usada para representar la mejora continua (*Kai = cambio; zen = para mejorar*).
- ❖ **KANBAN.** Palabra japonesa utilizada para representar el flujo de una sola pieza, donde los productos sólo son producidos cuando son requeridos por un proceso posterior.
- ❖ **KC's.** Key Characteristics – Características Claves de un producto.
- ❖ **LAYOUT.** Mapa ó plano de un proceso, planta ó estación. También se usa el término para describir “trazar un plan”.
- ❖ **LEAN MANUFACTURING.** Una serie de principios, conceptos y técnicas diseñadas para eliminar el desperdicio y establecer un sistema de producción eficiente, que permita realizar entregas a los clientes de los productos requeridos, cuando son requeridos, en la cantidad requerida, en la secuencia requerida y sin defectos. Aplicar las prácticas lean es una forma de reducir costes, mejorar los resultados y crear valor para la empresa.
- ❖ **LOS 7 DESPERDICIOS.** Transporte, Inventario, Movimientos innecesarios, Esperas, Sobre-producción, Sobre-procesos, Defectos y Re-trabajos.

- ❖ **MRP.** Materials Resource Planning – Planificación de Recursos Materiales. Es un sistema de Planificación de la Producción y gestión de stocks que responde a las preguntas de qué, cuánto y cuándo se debe fabricar.
- ❖ **OSP.** Grupo de Optimización del Sistema de Producción de Airbus Puerto Real.
- ❖ **PDCA.** Plan-Do-Check-Action. También denominado Ciclo de Deming ó Ciclo de Mejora, y sirve como pauta hacia la mejora continua de un proceso: Planificar, Hacer/Ejecutar, Comprobar, Actuar.
- ❖ **POKA YOKE.** Palabra japonesa que significa a Prueba de Error. Es un sistema de verificación y control que evita posibles errores en el proceso de producción.
- ❖ **SFIS.** Shop Floor Information System – Sistema de Información de la Planta. Es un software utilizado en el taller de producción donde se exponen todas las tareas y operaciones, además de todos los planos y normativas que se deben cumplir a la hora de realizar dichas tareas. Es una herramienta que ha ayudado a eliminar cantidades de papel inmensas, además de agilizar el proceso de asignación de tareas y orden. Todos los procesos de fabricación están inmersos en esta herramienta informática, incluido el del HTP A380.
- ❖ **SHIM.** Suplemento metálico de estado líquido-viscoso.
- ❖ **SISTEMA PULL.** Sistema por el que los productos son fabricados de acuerdo a la demanda del Cliente.
- ❖ **SMED.** Single Minute Exchange of Dies – Cambio de Herramienta en pocos minutos. Término genérico de análisis del cambio para reducir el tiempo actual empleado y que incluye referencias a todas las puesta a punto de las máquinas, etcétera.
- ❖ **SOI.** Standar Operation Instructions – Instrucciones de Operaciones Estándar. Documento que detalla los métodos de ejecución de las operaciones en taller.
- ❖ **TAKT TIME.** Literalmente significa golpe de tambor. Representa el volumen de producción requerido por el Cliente, traducido a tiempo disponible de producción.
- ❖ **TPM.** Total Productive Maintenance – Mantenimiento Productivo Total.
- ❖ **VOC.** Voice Of the Customer – Voz del Cliente. Habilidad de comprender a los Clientes. Es el primer paso para asegurar que los procesos se adaptan a los estándares requeridos.

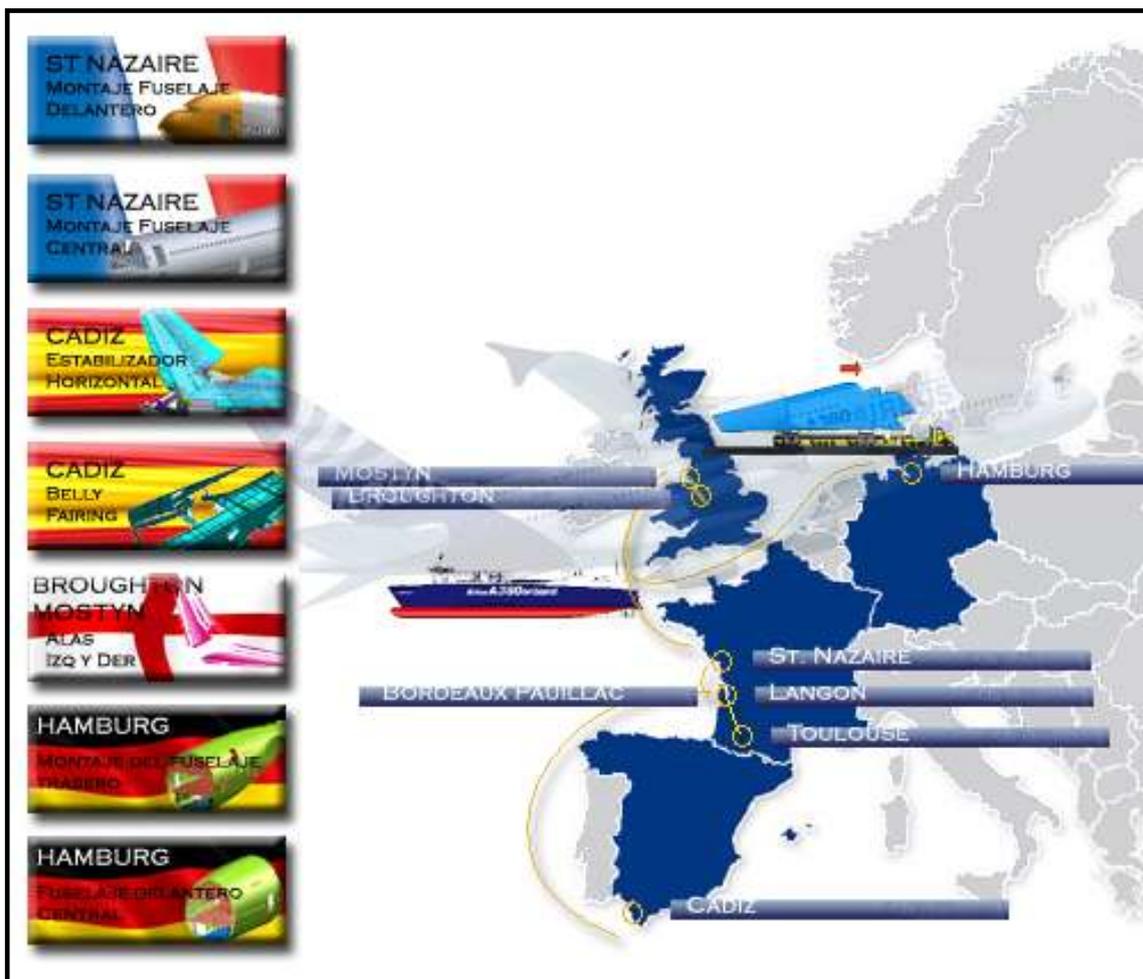
- ❖ **VSM.** Value Stream Mapping – Mapa de la Cadena de Valor.

- ❖ **WIP.** Work In Process – Trabajo en Curso.

10. ANEXOS

10.1. FAL DE TOULOUSE

La Final Assembly Line (FAL), es decir la Línea de Montaje/ensamblaje Final de Toulouse es la encargada del montaje del avión por completo, teniendo que estar interrelacionada con las diferentes plantas de Airbus a la perfección.



Mapa General del Traslado de Elementos Terminados a la FAL de Toulouse

Tal y como indica el mapa anterior, el proceso de traslado de elementos terminados es complejo y preciso. Antes de este traslado todos los elementos, por separado, pasan una serie de tests y pruebas para su comprobación de funcionamiento. Una vez trasladados a Toulouse y montados en el avión, se hacen otra serie de pruebas para testar el avión. De modo que el Cliente obtenga la garantía del producto.

Además de estos test realizados por la propia empresa y que certifica los departamentos de Calidad, cada año Airbus es sometido a auditorías muy rigurosas por parte de la Aviación Civil. De este modo es auditado de forma externa a la empresa.

Los encargados de realizar cada parte del Airbus A380 son las siguientes plantas:

Alemania (Hamburgo).

- Fuselaje Central, unidad superior delantera.
- Montaje del Fuselaje trasero (sección 18 y 19).
- Fuselaje delantero central (sección 13).

Inglaterra (Broughton/Mostyn).

- Ala derecha e Izquierda.

España (Cádiz).

- Estabilizador horizontal (HTP).
- Belly Fairing (zona central).



Transporte de elementos por barco del A380

Francia (Saint Nazaire).

- Descarga del Fuselaje delantero central (sección 13). Procedente de Alemania (Hamburgo).
- Descarga del Fuselaje central, unidad superior delantera. Procedente de Alemania (Hamburgo).
- Montaje del Fuselaje delantero (sección 11, 12 y 13).
- Montaje del Fuselaje central (sección 15 y 21).
- Descarga de la Belly Fairing central. Procedente de España (Cádiz).

Francia (Pauillac).

- Descarga del Fuselaje trasero (sección 18 y 19) Montado. Procedente de Alemania (Hamburgo).
- Descarga del Fuselaje central (sección 15 y 21) montado. Procedente de Francia (Saint Nazaire).
- Descarga del Fuselaje delantero (sección 11, 12 y 13) montado. Procedente de Francia (Saint Nazaire).
- Descarga del Ala derecha e Izquierda. Procedente de Inglaterra (Broughton/Mostyn).
- Descarga del Estabilizador horizontal (HTP). Procedente de España (Cádiz).

De Pauillac a Langon (Francia ambas) se lleva los elementos en barco por el río Garonne. Una vez llegados a Langon se carga en camiones para su traslado a Toulouse por carretera.



Este traslado de todos los elementos de una ciudad y de una planta a otras conlleva días que deben tenerse en cuenta a la hora de planificar una fecha de entrega requerida por el Cliente. Algunos de los intervalos de tiempos de transporte vienen señalados a continuación:

Elemento	Desde	Hasta	Tiempo de traslado
Fuselaje trasero (sección 18 y 19) montado	Alemania (Hamburgo)	Francia (Toulouse)	22 días
Fuselaje central (sección 15 y 21) montado	Francia (puerto de Saint Nazaire)	Francia (Toulouse)	16 días
Fuselaje delantero (sección 11, 12 y 13) montado	Francia (puerto de Saint Nazaire)	Francia (Toulouse)	16 días
Ala derecha e izquierda	Inglaterra (Broughton)	Francia (Toulouse)	25 días
Estabilizador horizontal (HTP)	España (Cádiz)	Francia (Toulouse)	18 días
Belly Fairing central	España (Cádiz)	Francia (puerto de Saint Nazaire)	6 días

Tabla representativa de los tiempos de traslado de elementos del avión A380

La planta de la FAL de Toulouse es de dimensiones inmensas, sólo con los movimientos de elementos de tal envergadura se requiere grúas y útiles a lo largo y ancho de las Naves. Además casi todo el trabajo de montaje final, e incluso la fase de pintura, es manual. Pocas actividades y operaciones del montaje del ensamblaje final del A380 es automático.

10.2. PROVEEDORES Y CLIENTES DEL AIRBUS A380

Proveedores. Hay múltiples proveedores de Airbus, pero los principales suministradores del proceso de fabricación del HTP A380 son:

Proveedores	
ICSA. Internacional de Composites S.A. Pertenece a Aernnova	
ARESA. Aries Estructuras Aeroespaciales, S.A.	
ITD. Servicios de Ingeniería y Diseño, S.A.	
NIPPI. NIPPI Corporation	
Airbus Getafe.	
MASA. Mecanizaciones Aeronáuticas, S.A.	
COMPOSYSTEM. Ingeniería y Sistemas.	

*Tabla resumen de los principales Proveedores del A380
Datos recogidos de Noviembre de 2008*

Éstos son los principales, aunque cabe destacar que proveedores y suministradores, además de compañías aliadas para la producción del A380 son muchos más, alrededor de 115 empresas.

Clientes. Actualmente existen 17 clientes principales del Airbus A380 (*datos recogidos de Febrero de 2008*). En total se han pedido 196 órdenes del avión, de las cuales 192 ya están firmadas. Los clientes y las peticiones del A380 son:

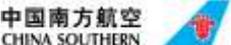
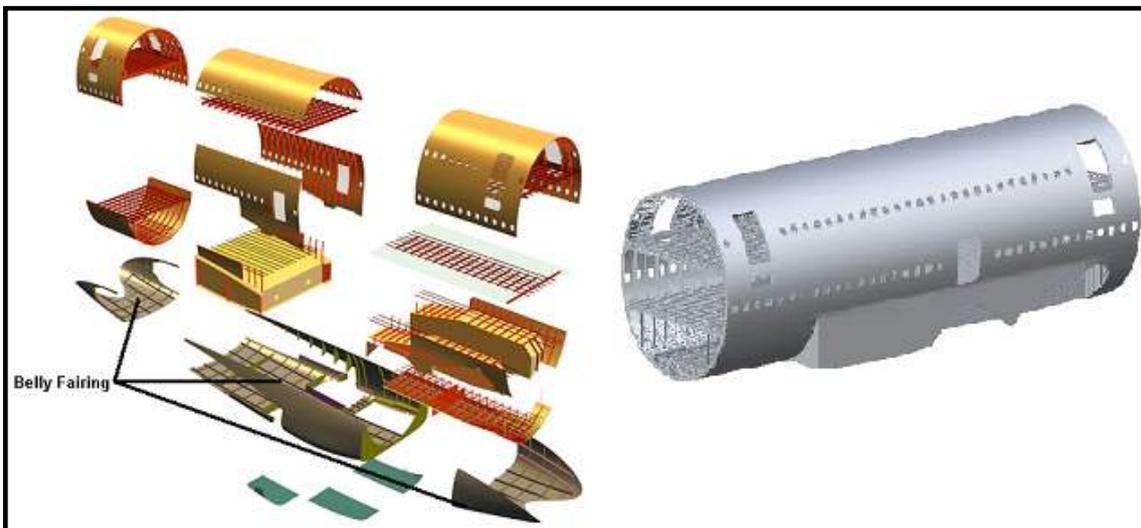
Clientes		Petición del A380
Air France		12
British Airways		12
China Southern		5
Emirates		58
Etihad		4
ILFC		10
Kingdom Holding Company		1
Kingfisher Airlines		5
Korean Airlines		8
Lufthansa		15
Malaysia Airlines		6
Qantas Airways		20
Qatar Airways		5
Singapore Airlines		19
Thai Airways		6
Virgin Atlantic		6
Grupo Marsans		4
TOTAL		196

Tabla resumen de los principales Clientes del A380
 Datos recogidos de Febrero de 2008

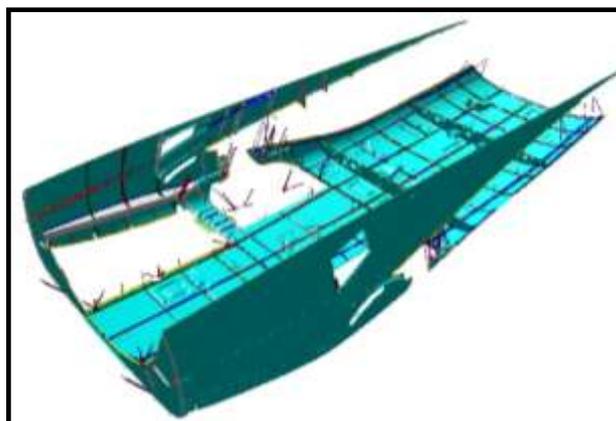
10.3. BELLY FAIRING

Su significado literal es “carena de campana” y es debido a su estructura con forma ahuecada. La belly fairing se sitúa en el inferior del avión y su estructura (“esqueleto”) está hecho de aluminio, pero la carcasa y toda la belly fairing en general está realizada con fibra de carbono, al igual que el http. En la Nave 3 de Puerto Real, donde se produce el http A380, se realiza la belly fairing, la cual se divide en tres partes. Una parte central, una anterior y otra reducción.



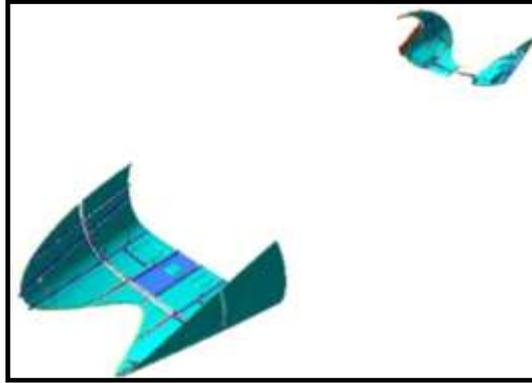
Ubicación de la Belly Fairing en el fuselaje central del A380

La parte central tiene unas dimensiones de 8.9 metros de ancho, 20.5 metros de longitud y 3.7 metros de altura, en el A380.



Parte central de la Belly Fairing del A380

En cambio la parte delantera y trasera de la belly fairing, se produce aparte para luego montarlo en el avión.



*Parte anterior y posterior
de la Belly Fairing del A380*

De manera que cuando se realiza su producción, la parte central de la belly fairing es enviada a Saint Nazaire en Francia, donde es montada con la estructura del fuselaje central. Luego en la FAL, en el montaje final del avión, son enviadas la parte anterior y producción de la belly fairing directamente a producción. Donde se realiza la etapa final antes de entregar el avión.

La producción de que la belly fairing se produjese en Airbus España y no es otra de sus múltiples plantas, es a causa de la competencia interna de la empresa, ya que Airbus España ofrecía la capacidad de más carga de trabajo, además de que su mano de obra era más económica que en otros países de Europa. Se hizo un balance entre el coste que ocasionaba el transporte de la belly fairing desde Cádiz y el ahorro del proceso de producción de la misma. Finalmente, se decidió producir la belly fairing en Airbus España.

10.4. OPERACIONES DE LAS DISTINTAS FASES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL HTP A380

En el proceso del HTP A380 trabajan 39 operarios en total, 10 de ellos dedicados a los sistemas de automatización. Este grupo de operarios está a cargo de 2 mandos de taller a lo largo del proceso. A continuación se expone las operaciones que se deben realizar, genéricamente, en cada fase para la fabricación del HTP A380.

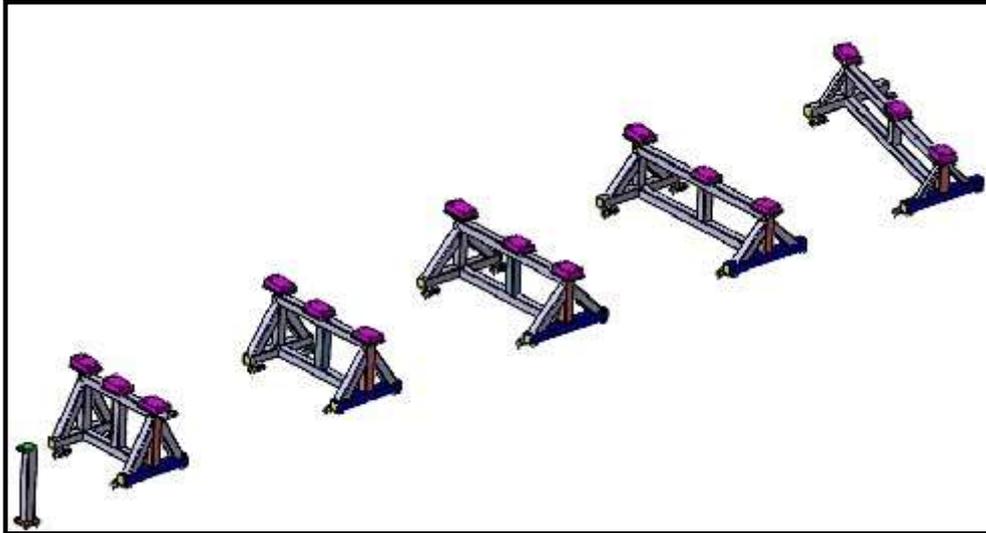
FASE I

ESTACIÓN I. EQUIPADO DE CAJONES LATERALES	
Fase I (ESTRUCTURA)	
L551-82020-000 (CAJON LATERAL IZQUIERDO)	
L551-82020-001 (CAJON LATERAL DERECHO)	
Nº de operación	Operaciones
100	PREPARACIÓN DE CAJÓN L. FUERA DE GRADA
300	SITUAR CAJON LATERAL EN LA GRADA
500 y 700	SITUAR Y TALADRAR COST. DE BS (BR'S Y TER'S)
800	SITUAR Y TALADRAR SUPLEMENTOS DE BR'S
900	SITUAR PANELES (ZONA SUPERIOR)
1500	TALADRAR REVESTIMIENTO SUPERIOR DE BS
1700	TALADRAR REVESTIMIENTO INFERIOR DE BS
1900	DESMONTAR COMPONENTES DE B.SALIDA
2100	EQUIPAR COSTILLAS BR'S
2300	EQUIPAR COSTILLAS TER'S
2400	SELLAR CONTORNO DE BANDAS EN COST. DE BS
2500	SELL. / MONT. / REMACHAR COSTILLAS BR'S
2700	SELL. / MONT. / REMACHAR COSTILLAS TER'S
2900	SELL. / MONT. / REMACHAR SUPLEMENTOS BR'S
3100	SELL. / MONT. / REMACHAR PANELES DE BS
3500	DESMOLDEANTES + SELLANTE EN PANELES DE BS
3600	INSTALAR GOMAS INTERMEDIAS
3700	SITUAR Y TALADRAR COSTILLAS DE BA
3900	EQUIPAR COSTILLAS DE BA
4000	SELLAR CONTORNO DE CONJUNTO DE BANDAS
4100	SELLAR, MONTAR Y REMACHAR COST. DE BA
4300	SELLADO DE CONTORNO RESTO DE BA
4500	DESMONTAR Y TRASLADAR CAJON LATERAL

Tabla representativa de las operaciones que se realizan en la Fase I

En la tabla anterior se ha representado las operaciones principales que se realizan en la Fase I con más detalle que en el desarrollo del presente proyecto. Ahora se presenta un reportaje de los elementos que influyen, primordialmente, en esta Fase.

SITUAR C/LATERAL EN GRADA

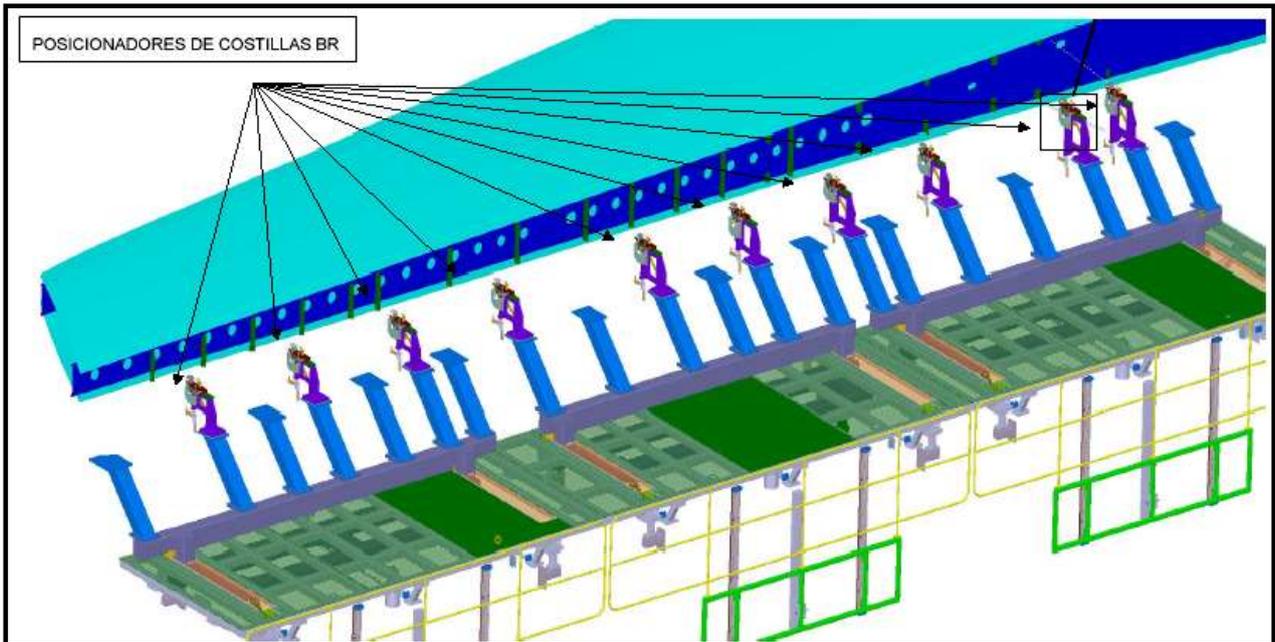


Posicionadores donde descansa el HTP A380 en la fase I

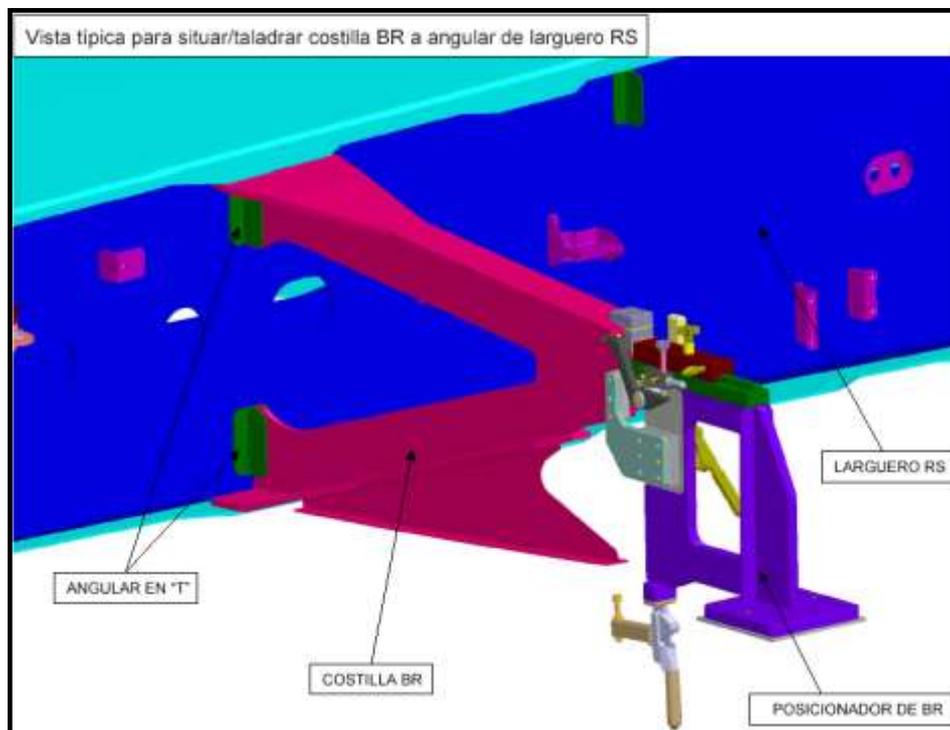


Vista real de la Fase I, antes de posicionamiento de los cajones laterales para su posterior tratamiento

SITUAR/TALADRAR COSTILLAS BR'S

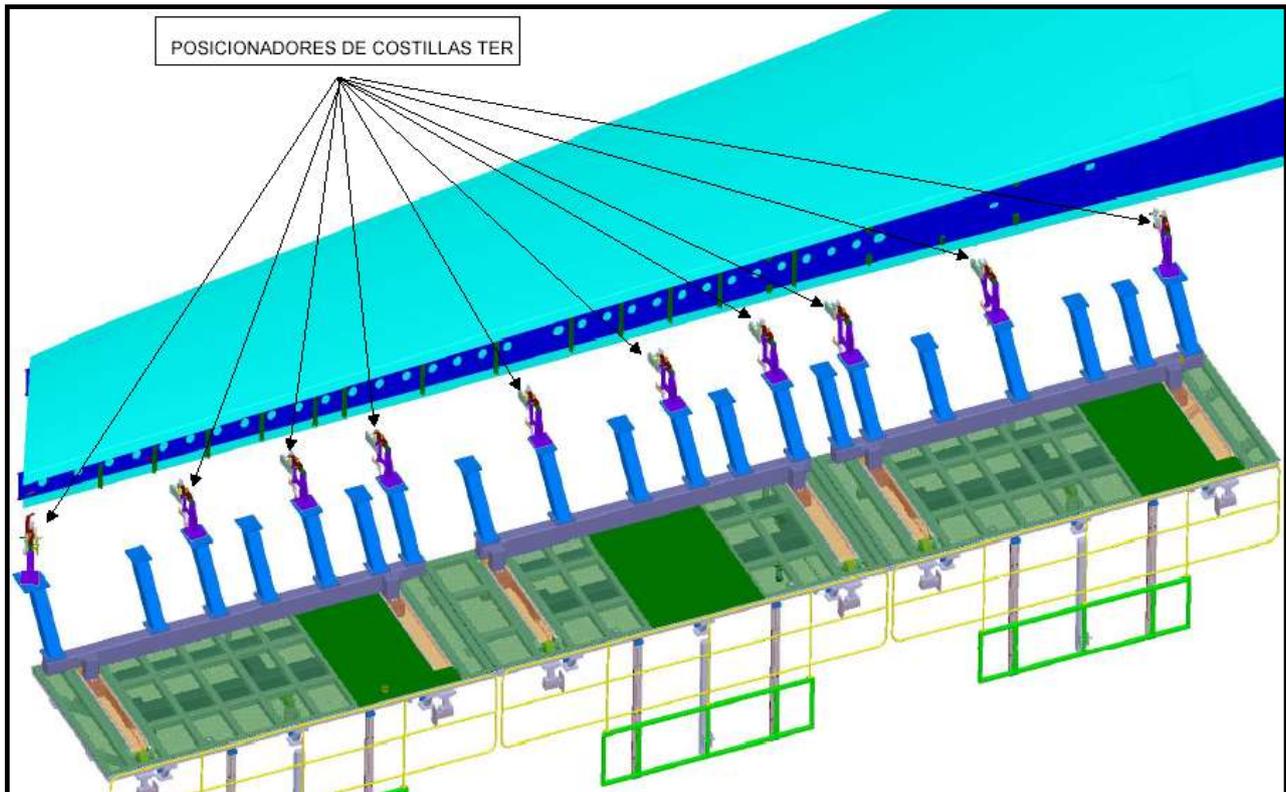


Posicionadores de la Grada de la Fase I para la instalación de las costillas BR's

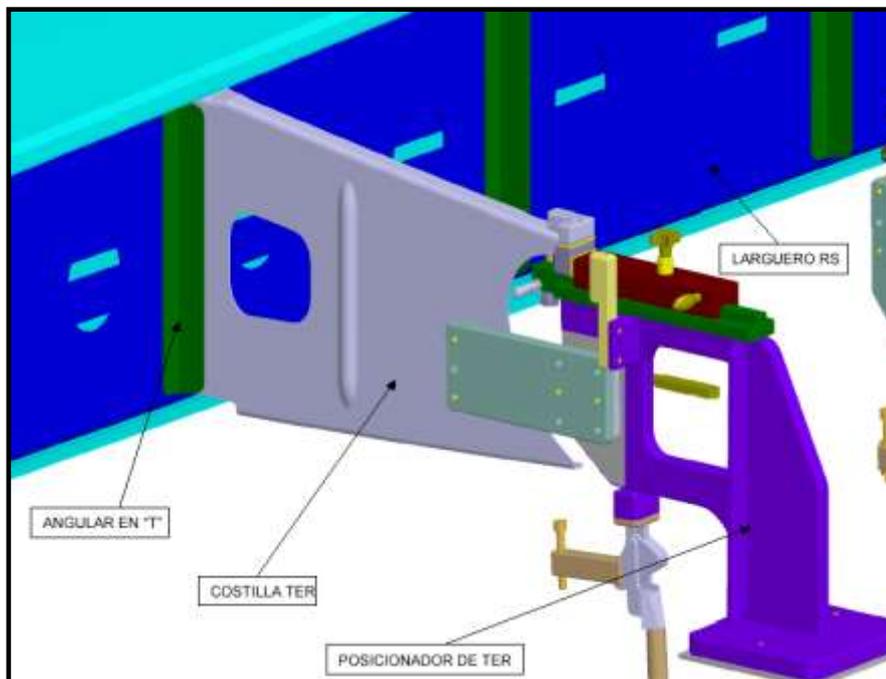


Situación y taladrado de una costilla BR en RS (Rear Spar)

SITUAR / TALADRAR COSTILLAS TER,S

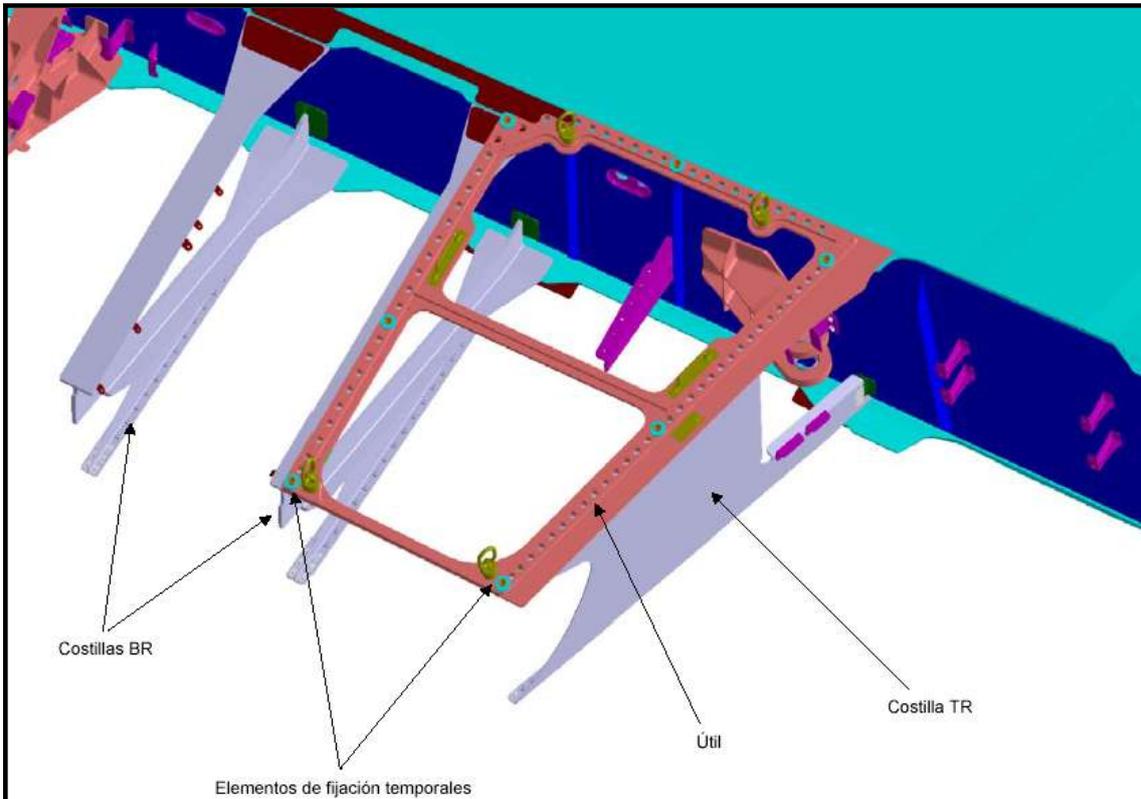


Posicionadores de las Costillas TER's en la Fase I

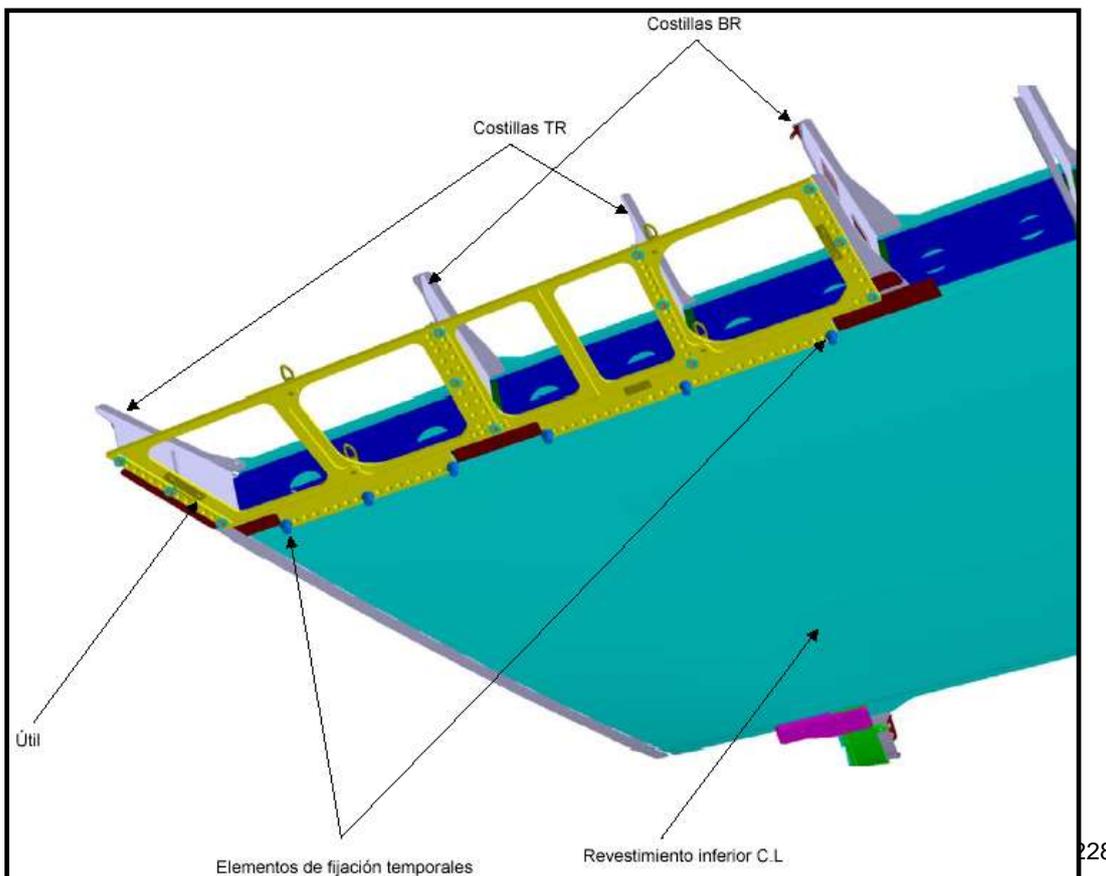


Posicionador de una Costilla TER en la Fase I

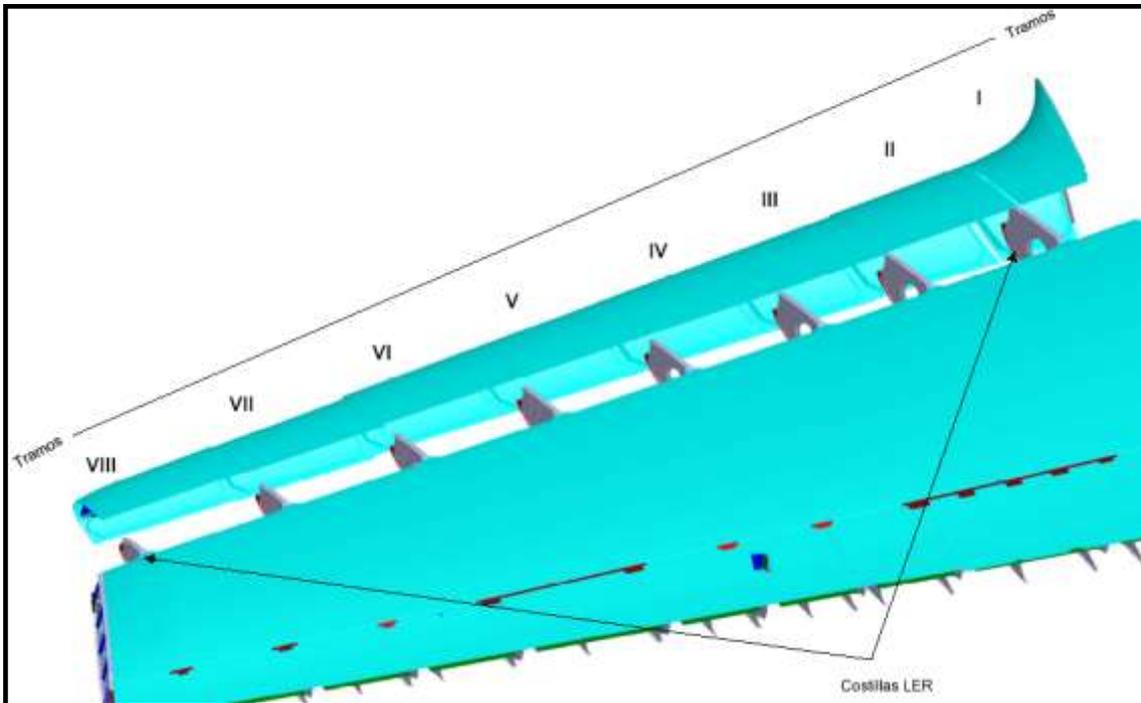
TALADRAR REVESTIMIENTO SUPERIOR DEL BORDE DE SALIDA



TALADRAR REVESTIMIENTO INFERIOR DEL BORDE DE SALIDA



SITUAR COSTILLAS BORDE DE ATAQUE



FASE II

Tabla representativa de las operaciones que se realizan en la Fase II

Fase II (ESTRUCTURA)		ESTACIÓN II. INSTALACIÓN DE LA COSTILLA 1 L551-82100-00002B	
Nº de operación	Operaciones		
101	SITUAR COMPONENTES		
300	TALADRAR MEDIANTE CONTROL NUMERICO (CN)		
500	DESMONTAR / TRASLADAR COMPONENTES		
700	SITUAR COMPONENTES		
900	TALADRAR EL RESTO POR CONTROL NUMERICO		
1100	DESMONTAR COMPONENTES/TRASLADAR		
8103	VALORACIÓN CONTROL NUMÉRICO		
8201	VALORACIÓN MONTAJE		

Fase II (ESTRUCTURA) ESTACIÓN II. UNIÓN DE CAJONES L551-81000-000	
Nº de operación	Operaciones
100	MONTAR CAJ. LAT'S Y FRONT FITTING (FF)
300	MONTAR COST.1 INTEGRACION EN C.LATERALES
500	TALADRADO INTEGRACIÓN ZONA SUP.
550	TALADRADO INTEGRACIÓN ZONA INF.
600	MONT. HERRJ. SERVICIO Y SOPORTE DE INST.'S
700	TALADRADO FF + PLETINAS UNION FS
900	MONTAR HERRAJE EN "L" - UNION LARGUERO RS
1100	DESMONTAR C.LAT/REBABAR/LIMPIAR ZONA AD
1120	MONTAR SOPORTES EN COSTILLA 1
1140	INSTALAR REFUERZOS EN COSTILLA 1
1150	INSTALAR COMPONENTES EN Z.SUPERIOR
1160	REMACHAR SOPORTES EN COSTILLA 1
1200	INSTALAR (4)"T'S"CENTRALES INFERIORES
1300	SELLAR COMPONENTES DE ZONA AD
1500	REMACHADO INTERIOR AD
1700	REMACHADO SUPERIOR AD
1900	REMACHADO INFERIOR AD
2100	REMACHADO DE FF CON FS
2200	INSTALAR PLACA DE CIERRE (MARIPOSA)
2500	INSTALAR PUNTOS DE GIRO (DIAPAS.) IZQDO
2700	INSTALAR PUNTOS DE GIRO (DIAPAS.) DRCH.
2900	TALAD./INST. HERRAJE ACTUADOR IZQDO
3050	TALAD./INST. HERRAJE ACTUADOR DRCHO
3070	APLICAR SELLANTE Y REMACHAR TER2 Y TER6
3100	INST. HERRAJ.POST. DE REAR SUPP.(PECES) IZQDO
3300	HERRAJ.POST. DE REAR SUPP. (PECES) DRCHO
3500	INSTAL.HERRAJ.PARA REAR SUPPORT(PECES)
3600	INSTALAR PUNTOS DE MEDICIÓN
4100	DESMONT.HTP/TRASLAD. E3



Taladrado de Integración de la zona central en la Fase II



Instalación de componentes Superiores del BS en la Fase II



Taladrado Automático de la costilla 1 en la Fase II

FASE III

Tabla representativa de las operaciones que se realizan en la Fase III

Fase III (ESTRUCTURA)		ESTACIÓN III. EQUIPADO DEL HTP L5551-81030-000
Nº de operación	Operaciones	
30	SITUAR HTP EN GRADA 3	
60	SELLADO DE DIAPASONES	
81	SELL.CONTORNO PIEZAS PERFIL/ALMA COST.B.SAL.	
87	MONTAR PANELES B.SAL.INF. (AMBOS LADOS)	
94	SELLAR CONTORNO DE BANDAS C/L	
110	SELLADO DE RANURAS EN B.SALIDA	
130	MONTAR SOPORTES ZONA CENTRAL	
150	SELLAR SOPORTES Y BANDAS Z.CENTRAL	
170	TALADRAR REAR SUPPORT	
210	SIT./TALAD.REAR SUPPORT A LARGUERO R.S.	
230	APLICAR SELLANTE/REMACCHAR REAR SUPPORT	

Fase III (ESTRUCTURA)		ESTACIÓN III. EQUIPADO DEL HTP L5551-81030-000	
Nº de operación	Operaciones		
291	SITUAR/TALADRAR HERRAJE DE CARGA LATERAL		
320	APLICAR SELLANTE/REMACHAR HERR.CARGA LAT		
370	MONTAR SOPORTES CARENA KARMAN		
420	SELLAR SOPORTES DE CARENA KARMAN		
430	SELLADO DE ESTANQUEIDAD		
441	SELLAR/MONTAR B.ATAQUE L.H.		
461	SELLAR/MONTAR B.ATAQUE R.H.		
481	EQUIPAR/TALADRAR ZONA DE TIP L.H.		
511	EQUIPAR/TALADRAR ZONA DE TIP R.H.		
524	SELLAR CONTORNO BANDAS FS(Z.INF) Y TIP		
531	SELLAR/MONTAR TIP L.H.		
571	SELLAR/MONTAR TIP R.H.		
590	MONTAR TIMONES L.H.		
620	MONTAR TIMONES R.H.		
640	AJUSTAR RECORR(ÚTIL ÓPTICO)(AMBOS LADOS)		
651	INST. TRANSDUCTORES (LH)		
656	INST. TRANSDUCTORES (RH)		
671	PREPARACIÓN PARA MEMORIA DE CONTROL		
691	DESMONTAR B.ATAQUE Y TIP L.H.		
721	DESMONTAR B.ATAQUE Y TIP R.H.		
734	DESMONTAR/TRASLADAR TIMONES LH/RH		
740	MONTAR CABLES DE MASA		
790	MONTAR HERRAJES EN "V"		
820	SACAR/TRASLADAR HTP DE GRADA		
840	VALORACIÓN		



Vista del HTP A380 en la Fase III



Visión de la zona central donde se encuentran los tricornos en la Fase III



Situación en la Fase III, donde se realiza el montaje y el sellado de los soportes de las carenas karman

FASE IV

Tabla representativa de las operaciones que se realizan en la Fase IV

Fase IV (INSTALACIÓN Y PRUEBAS)		ESTACIÓN IV. INST. DE VENTILACIÓN L281-87001-000	
Nº de operación	Operaciones		
302	INST. VENTILACIÓN PRINCIPAL IZQUIERDA		
403	INST. VENTILACIÓN PRINCIPAL DERECHA		
503	INST. VENTILACIÓN AUXILIAR IZQUIERDA		
604	INST. VENTILACIÓN AUXILIAR DERECHA		
701	INSTALAR VÁLVULAS DE SOBREPRESIÓN		
900	CUMPLIMENTAR PRUEBA FUNC. 2855 (CERTIF.)		
910	CUMPLIMENTAR PRUEBA F. 2856 (PRODUCCION)		
1001	PROTEGER Y SELLAR ZONAS DE MASA		
1101	INSTALACIÓN DE EQUIPOS		
6000	VERIFICAR		
8000	VALORACIÓN		
Fase IV (INSTALACIÓN Y PRUEBAS)		ESTACIÓN IV. INST. DE MAZOS/AFORADORES L284-87000-000	
Nº de operación	Operaciones		
105	INST.MAZO/AFOR.R7-R8 IZQ		
306	INST.MAZO/AFOR.R1-R6 IZQ		
505	INST.MAZO/AFOR.R8-R9 DCHO		
802	INST.MAZO/AFOR.R7-R8 DCHO		
906	INST.MAZO/AFOR.R1-R6 DCHO		
1104	MONTAR UNIONES DE MASA		
1200	SELLADO DE CONECTORES SOBRE RS		
1303	PRUEBAS FUNCIONALES		
1403	VERIF.ELECTRICA ESTRUCTURAL		
8003	VALORACIÓN		
Fase IV (INSTALACIÓN Y PRUEBAS)		ESTACIÓN IV. INST. DE COMBUSTIBLE L282-87000-000	
Nº de operación	Operaciones		
107	INST.SIST.TRANSVASE/ASPIRACIÓN		
308	INST. SIST. LLENADO FUEL		

903	EQUIPADO FINAL
1102	PROTEGER Y SELLAR ZONA MASA
1201	VERIFICAR
8002	VALORACION
Fase IV (INSTALACIÓN Y PRUEBAS) ESTACIÓN IV. INST. DE DRENAJE L281-87002-000	
Nº de operación	Operaciones
106	INST.SIST. DRENAJE INT.
304	INST. SIST. REMOV. AGUA
802	PRUEBAS FUNCIONALES
853	INST.DRENAJE EXTERIOR
903	EQUIPADO FINAL
1103	PROTECCIÓN Y SELLADO DE ZONA MASA
1200	VERIFICAR
8001	VALORACION
Fase IV (INSTALACIÓN Y PRUEBAS) ESTACIÓN IV. INST. HIDRÁULICA L854-87000-000	
Nº de operación	Operaciones
110	INSTAL.HIDRAUL.LADO IZQ
509	INSTAL.HIDRAUL.LADO DRCH
823	INSTALAR ACTUADORES LH
843	INSTALAR ACTUADORES RH
864	EQUIPADO DE CABLES DE MASA, LH
884	EQUIPADO DE CABLES DE MASA, RH
950	MONTAR MANGUERAS
973	MARCAR UNIONES(LH Y RH)
990	INSTALAR ETIQUETAS (LH Y RH)
6000	VERIFICAR
8002	VALORACIÓN

Las pruebas de la instalación hidráulica se realizan con el fluido hidráulico que se utiliza en vuelo, que es el Skydrol. Más adelante se comenta con más detalle.



Instalación hidráulica en la Fase IV



Vista del HTP A380 en la Fase IV

FASE V

Tabla representativa de las operaciones que se realizan en la Fase V

Fase V (INSTALACIÓN Y PRUEBAS)		ESTACIÓN V. PRUEBAS FUNCIONALES L551-81010-00001A
Nº de operación	Operaciones	
50	PESAR ESTABILIZADOR ANTES PRUEBAS	
103	PRUEBA F. 2854 (PRODUCCION)	
204	PRUEBA F.2856 ENSAYO PROD.SIST.VENTILACION	
304	PF.AI.2858 SISTEMA REPOSTADO Y TRANSVASE	
337	INSTALACIÓN DE TAPAS MAN HOLE IZQDA.	
358	INSTALACIÓN DE TAPAS MAN HOLE DCHA.	
403	PF. AI. 2863 (PRODUCCION)	
465	CUMPLIMENTAR PF.AI2863 LOCALMENTE	
494	PRUEBA DE CONTINUIDAD ELECTR.STRUCT.	
501	PESAR HTP DESPUES DE PRUEBAS	
601	TRASLADAR DE ESTACIÓN V A VI	
1302	VERIFICAR	
1350	CUMPLIMENTAR MEMORIA DE CONTROL	
1401	VALORACION	

En esta fase se realizan diversas pruebas de combustible e hidráulica. Los test de combustible se realizan con un fluido muy parecido al queroseno que utiliza el avión, el Shellsol D-100 (ver apartado 9.7 del presente proyecto).



Vista del carro de transporte y del HTP A380 en la Fase V



Visión del sistema hidráulico en el RS del HTP A380 en la Fase V

FASE VI

Tabla representativa de las operaciones que se realizan en la Fase VI

Fase VI (INSTALACIÓN Y PRUEBAS)		ESTACIÓN VI. PINTURA DEL HTP L551-81010-00001B
Nº de operación	Operaciones	
304	APLICAR Z12524 AIMS04-04-010	
902	APLICAR Z12410 AIMS04-04-008	
1504	APLICAR Z12413 AIMS04-04-008	
2101	INSPECCION FINAL	
6002	VERIFICACION	
8001	VALORACION	



Área de Pintura del Proceso de fabricación del HTP A380

Las aplicaciones anteriores, en la Fase VI, son las especificaciones que normalmente se presenta. Ya que dependiendo del Cliente, la pintura será una u otra, siendo el mismo Cliente el que dé los requerimientos.

Para la limpieza de las superficies, se usa trapos de algodón, además de alcohol isopropílico como agente limpiador.

Normalmente, en la zona central del HTP se implanta 3 tipos de pintura, que son: Pintura inhibidora de corrosión (Z12524), Pintura de Combustible en la zona de barrera de vapor (zona central, en el tanque) (Z12410) y Barnizado de Poliuretano (Z12413). Éstos últimos tienen una excelente adherencia, son muy duros y elásticos, por lo que tienen una elevada resistencia a choques, golpes, abrasión y rayado.

Además en el RS, se adiciona una capa superior de pintura, después de la pintura inhibidora de la corrosión:



COAT	CODE	DESCRIPTION	AIRBUS STANDARD	COLOUR	DENSITY	THICKNESS	RESPONSIBLE
A	Z12.129	NON CORROSION INHIBITING PRIMER	AIMS-04-04-002		1,85	15-20	GETAFE
B	Z12.380	TOP COAT	AIMS-04-04-003	GREY M9001	1,55	20-35	GETAFE/ PUERTO REAL

La inspección final de la pintura consiste en una inspección visual del elemento, comprobando:

- ✓ Buen aspecto de la película orgánica.
- ✓ Ausencia de ampollas, desprendimientos, cráteres u otros defectos superficiales.
- ✓ Suavidad de tacto presentando un aspecto continuo, uniforme y libre de granulaciones u otras imperfecciones.
- ✓ Adherencia a la cinta en seco.
- ✓ Espesor obtenido.

Esta fase es seguida por una serie de Instrucciones Técnicas de Pintura, las cuales componen: la preparación de la mezcla, el estado superficial de la impresión, la aplicación (condiciones ambientales, equipo de aplicación, etcétera), secado (tiempo y temperatura) y espesor de las películas. Todo este proceso tiene un seguimiento en las fichas de registro dedicadas a ello.

FASE VII

Fase VII (INSTALACIÓN Y PRUEBAS)		ESTACIÓN VII. ESTRUCTURA Y TRANSPORTE L551-81010-000	
Nº de operación	Operaciones		
102	TRASLADAR HTP A EST. VII		
304	MONTAR B.ATAQUE (LH)		
504	MONTAR B.ATAQUE (RH)		
621	SELLAR CORDON B.ATAQUE LH		
650	SELLAR CORDON B.ATAQUE RH		
3103	EQUIPAR ESTABILIZADOR		
3204	PREPARAR ACOMPAÑAMIENTO		
3303	PREPARAR UTIL TRANSPORTE		
3403	SITUAR ESTABILIZ. EN UTIL		
3700	PESAR ELEMENTO		
6000	VERIFICAR		
8005	VALORACIÓN ESTRUCTURA		
8200	VALORACION PREP. TRANSPORTE		
Fase VII (INSTALACIÓN Y PRUEBAS)		ESTACIÓN VII. INST. DE TIMONES L551-81010-00001D	
Nº de operación	Operaciones		
535	MONTAR TIMONES L.H.		
575	MONTAR TIMONES R.H.		
596	INST. TRANSDUCTORES (LH)		
601	INST. TRANSDUCTORES (RH)		
611	DESMONTAR TIMONES (AMBOS LADOS)		
630	CARGAR TIMONES EN ÚTIL		
1400	REGLAJE ACTUADORES (LH)		
1600	REGLAJE ACTUADORES (RH)		
6501	ENCAPSULAR Y PROTEGER UNIONES DE MASA		
6610	VERIFICAR		
8002	VALORACIÓN		

Fase VII (INSTALACIÓN Y PRUEBAS)		ESTACIÓN VII. INST. ELÉCTRICA L920-87000-000	
Nº de operación	Operaciones		
40	INSTAL.ELECTR. (LADO DRCH)		
50	INST.ETIQUETAS (LADO DHO)		
60	INST. LOGO LIGHT (LADO IZQ.)		
70	INST. LOGO LIGHT (LADO DRCHO.)		
80	VERIFICAR CONTINUIDAD ELÉCT.		
110	PROT. ENCAP.ZONAS DE MASA		
6000	VERIFICAR		
8000	VALORACIÓN		



Visión del FF, Jack fitting o herraje en V y las bombas de combustible. Sellado y cubierto del protector de la zona de combustible.



Zona del BA en la Fase VII, antes de entrega



Visión de las cubiertas de los Man Hole



Estabilizador A380 antes del transporte para su entrega

10.5. PRUEBAS DE LA FASE V

El número de pruebas específicas que se realizan son:

- Ⓢ *Prueba 2854.* Ensayo de Capacitancia de los Indicadores de Fuel del Estabilizador Horizontal. El objetivo de la prueba es demostrar que el diseño y fabricación de los indicadores de cantidad de fuel y la calibración de estos equipos eléctricos instalados en el tanque de combustible (aforadores) ,satisface los requisitos aplicables.
- Ⓢ *Prueba 2855.* Ensayo de Certificación del Sistema de Ventilación del Estabilizador Horizontal. El objetivo de la prueba es demostrar que el diseño y fabricación del Sistema de Ventilación del Tanque de Combustible del Estabilizador Horizontal cumple las disposiciones legales de la Aviación Civil, y satisface los requisitos aplicables.
- Ⓢ *Prueba 2856.* Ensayo de Producción del Sistema de Ventilación del Estabilizador Horizontal. El objetivo de la prueba es demostrar que el diseño y fabricación del Sistema de Ventilación del Tanque de Combustible del Estabilizador Horizontal satisface los requisitos aplicables.

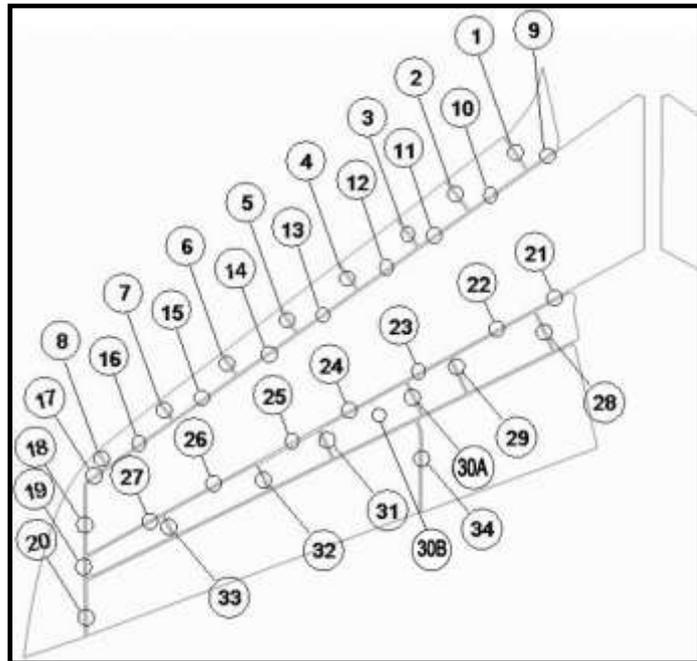
- Ⓢ *Prueba 2857.* Ensayo de Certificación del Sistema de Repostado y Trasvase del Estabilizador Horizontal. El objetivo de la prueba es demostrar que el diseño y fabricación del Sistema de Repostado y trasvase del Tanque de Combustible del Estabilizador Horizontal cumple las disposiciones legales de la Aviación Civil, y satisface los requisitos aplicables.
- Ⓢ *Prueba 2858.* Ensayo de Producción del Sistema de Repostado y Trasvase del Estabilizador Horizontal. El objetivo de la prueba es demostrar que el diseño y fabricación del Sistema de Repostado y trasvase del Tanque de Combustible del Estabilizador Horizontal satisface los requisitos aplicables.
- Ⓢ *Prueba 2859.* Ensayo de Certificación para Determinar Combustible no usable, agua atrapada y Capacidad de sumidero del tanque de combustible del Estabilizador Horizontal. El objetivo de la prueba es demostrar que el diseño y fabricación del Tanque de Combustible del Estabilizador Horizontal cumple las disposiciones legales de la Aviación Civil, y satisface los requisitos aplicables.
- Ⓢ *Prueba 2860.* Ensayo de Certificación para Determinar espacio de Expansión del tanque de combustible y Determinar el Volumen del tanque de Expansión sin Rebose del Estabilizador Horizontal. El objetivo de la prueba es demostrar que el diseño y fabricación del Tanque de Combustible del Estabilizador Horizontal cumple las disposiciones legales de la Aviación Civil, y satisface los requisitos aplicables.
- Ⓢ *Prueba 2861.* Ensayo de Desarrollo del Sistema de Medida de Combustible del tanque del Estabilizador Horizontal. El objetivo de la prueba es demostrar que el diseño y fabricación del Tanque de Combustible del Estabilizador Horizontal satisface los requisitos aplicables.
- Ⓢ *Prueba 2862.* Ensayo de Desarrollo para Determinar el Impacto de la Actitud del Avión en la Indicación de Tanque de combustible Lleno del Estabilizador Horizontal. El objetivo de la prueba es demostrar que el diseño y fabricación del Tanque de Combustible del Estabilizador Horizontal satisface los requisitos aplicables de diseño.
- Ⓢ *Prueba 2863.* Ensayo de Desarrollo y Producción de la Estanqueidad del Tanque de combustible del Estabilizador Horizontal. El objetivo de la prueba es demostrar que el diseño y fabricación del Tanque de Combustible del Estabilizador Horizontal satisface los requisitos aplicables.
- Ⓢ *Prueba 2864.* Ensayo de Certificación para Determinar las Presiones durante el Sobrellenado del Tanque de combustible del Estabilizador Horizontal. El objetivo de la prueba es demostrar que el diseño y fabricación del Tanque de Combustible del Estabilizador Horizontal satisface los requisitos aplicables.

- © Prueba 2865. Ensayo de Desarrollo de la Asimetría durante el Repostado debida a un fallo en el Sistema de Ventilación del Tanque del Estabilizador Horizontal. El objetivo de la prueba es demostrar que el diseño y fabricación del Tanque de Combustible del Estabilizador Horizontal satisface los requisitos aplicables.

10.6. MEMORIA DE CONTROL Y FTI – FLIGHT TEST INSTALLATION

Memoria de Control. La memoria de control es un informe de verificación que se realiza al estabilizador horizontal en diferentes fases del proceso de fabricación. Este informe consiste en una comprobación de las medidas del elemento, anotando los valores obtenidos y las observaciones oportunas. Es una prueba de calidad, donde se demuestra o verifica los requisitos de medida que debe cumplir el estabilizador horizontal en todos sus puntos.

Estas comprobaciones de medida se realizan por todo el elemento, ya sea entre las holguras de cada pieza, como de la BA, del BS, entre timones, entre el borde marginal (tip) y el HTP, entre el borde marginal y el timón, entre tricornos, entre herrajes laterales, en la carena karman, en la alineación del eje de giro, etcétera. Todo ello tiene un intervalo de medida a cumplir, de modo que tiene un valor máximo y mínimo de medición. Las especificaciones vienen establecidas a través de normas y documentos de referencia, además de los planos y los requerimientos.



Representación de las medidas tomadas para la memoria de control en el LH

Existen diversas memorias de control para el HTP A380, una para el borde de ataque (Fase I), otra para el borde de salida (Fase I), otra para las carenas marginales (Fase III), otra para las tapas de man holes (Fase V), etcétera. Normalmente la memoria de control tiene las partes siguientes:

1. Generalidades. Donde se presenta el conjunto a revisión y las comprobaciones a realizar para garantizar los requisitos.
2. Documentos de Referencia. Donde se presenta los planos aplicables y los documentos de especificaciones.
3. Medios de Comprobación. Los útiles y herramientas que se utilizan para las mediciones y las fases donde se realizan las mismas.
4. Hoja de Mediciones. Es un cuaderno de mediciones del elemento donde se indican las comprobaciones a realizar, anotando en él los valores obtenidos y las observaciones oportunas.
5. Certificación de intercambiabilidad. Se verifica si la prueba es o no satisfactoria para la conformidad y la cumplimentación de la ficha correspondiente.

FTI – Flight Test Installation. Literalmente significa “Instalación de Test de Vuelo” y es un proceso de certificación de entrega en una aeronave. Esta “instalación” tiene que cumplir con unas necesidades específicas, como impacto medioambiental y consumo. Es una serie de pruebas específicas para la comprobación del correcto funcionamiento del aeronave.

10.7. SKYDROL y SHELLSOL D-100

Skydrol. Skydrol es un fluido hidráulico que tiene diversas ramas. Los tipos de Skydrol se clasifican según el porcentaje de sus compuestos, pero no cambia los componentes en sí, los cuales son: Fosfato de triisobutilo, fosfato de trifenilo, fosfato de terc-butilfenilo y difenilo y 7-oxabicyclo heptano-3-carboxilato de 2-etilohexilo. Se conoce comúnmente como fosfato de trifenilo, ya que el mayor porcentaje de la sustancia contiene este compuesto.

- Ⓢ *Propiedades Físicas y Químicas típicas.* Es un líquido aceitoso, de color púrpuro e inodoro. Es ligeramente soluble en agua y su presión de vapor es de 10hPa a 100°C, con una densidad específica de 0.977 kg/m³ a 25°C. Temperatura de auto-ignición a 466°C.
- Ⓢ *Los riesgos toxicológicos que presentan en diversas pruebas realizadas indican que no es tóxico, ya sea por ingestión ó aplicación dérmica. Aunque en dosis repetidas puede llegar a ser un riesgo para la salud.*

- Ⓢ *Las condiciones de estabilidad y reactividad* indican que se debe evitar temperaturas elevadas, además de contacto con agentes oxidantes fuertes, ya que produce polimerización, aunque no peligrosa, pero el líquido hidráulico sufre transformaciones en sus propiedades.
- Ⓢ *Información Ecológica.* Es esencialmente biodegradable. Aunque se recomienda en su eliminación, quemar en un incinerador apropiado, respetando la legislación local y nacional. No se deben tirar los residuos por el desagüe, ya que en grandes cantidades o en concentraciones altas, el fluido puede ser tóxico para la flora y fauna del entorno. Hay que tener en cuenta que el fluido es hidrosoluble. Por todo ello es etiquetado como una sustancia peligrosa para el medioambiente.
 - *Información etiquetado:*
 - N - Peligroso para el medio ambiente.
 - R43 - Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
 - R51/53 - Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
 - S35 - Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
 - S61 - Evítense su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.
 - Contiene 7-oxabicyclo[4.1.0] heptano-3-carboxilato de 2-etilhexilo. Puede provocar una reacción alérgica.

Shellsol D-100. Su composición consiste en destilados del petróleo, ligeramente hidrogenados. Su nombre genérico es Disolvente Hidrocarburo Alifático.

- Ⓢ *Propiedades Físicas y Químicas típicas:* Estado físico Líquido. Incoloro, Olor Parafínico dulce. Punto de ebullición (valor típico) 238 - 257 °C, Punto de inflamación (valor típico) 105 °C, Temperatura de auto-ignición 232 °C, Intervalo en el aire de explosión/inflamabilidad (inferior) 0.5 % (v/v) y (superior) 5.5 % (v/v), Presión de vapor < 1 Pa a 0 °C y < 3 Pa a 20 °C, Densidad (valor típico 797 kg/m³) 0,790 - 0,810 kg/m³ a 15 °C, No miscible en agua, Coeficiente de partición n-Octanol/agua 7 - 8.7 (valor (es) estimado (s)), Viscosidad cinemática (valor típico) 3.2 mm²/s a 25 °C, Tensión superficial (valor típico) 38 mN/m a 20 °C, Peso molecular (peso promedio - Mw) 206, Contenido de carbonos orgánicos volátiles 85%, Estable en condiciones normales de uso, Condiciones a evitar: Calor, llamas y chispas.

- Ⓢ Los Riesgos que produce a la salud humana son: por ingestión, la aspiración por los pulmones puede causar neumonía química. El contacto prolongado repetido puede causar sequedad en la piel, que puede conllevar a dermatitis. La información que aquí aparece está basada en los datos sobre los componentes y en la toxicología de producto similares.
 - Toxicidad aguda oral: Se espera que sea de baja toxicidad, LD 50 > 2000 mg/kg.
 - Toxicidad aguda cutánea: Se espera que sea de baja toxicidad, LD50 > 2000 mg/kg.
 - Toxicidad aguda inhalación: Se espera que sea de baja toxicidad, LC50 > 5 mg/l.
 - Irritación – cutánea: Ligeramente irritante, pero no lo suficiente para llevar un etiquetado de la UE.
 - Irritación – ojos: No se espera que sea irritante.
 - Sensibilización cutánea: Se cree que no sensibiliza la piel.
 - Mutagénesis: No se espera que sea mutagénico.
 - Efectos sobre la especie humana: El contacto prolongado/repetido puede causar sequedad en la piel que puede producir dermatitis. Por ingestión, la aspiración por los pulmones puede causar neumonía química.
- Ⓢ Con respecto a la *Seguridad*, según el criterio de la Unión Europea está clasificado como no peligroso. Pero se debe tener en cuenta que durante su manejo pueden generarse cargas electrostáticas y formar una mezcla vapor-aire inflamable/explosiva.
- Ⓢ Con respecto al medioambiente, por la Unión Europea está clasificado como no peligroso. La información eco toxicológica no está específicamente determinada para este producto.
 - Movilidad Flota sobre el agua: El producto disuelto se absorbe fuertemente al sedimentarse. Lo absorbe el terreno y no se traslada.
 - Persistencia / Degradabilidad: Se espera sea fácilmente biodegradable. Se oxida rápidamente en contacto con el aire, por reacción fotoquímica. Se espera que la vida media integrada en el medioambiente sea 10 a < 100 días.
 - Toxicidad aguda – peces: No se espera que sea tóxico en el límite de solubilidad en agua.
 - Toxicidad aguda – invertebrados: No se espera que sea tóxico en el límite de solubilidad en agua.

- Toxicidad aguda – algas: No se espera que sea tóxico en el límite de solubilidad en agua.
- Toxicidad aguda – bacterias: No se espera que sea tóxico en el límite de solubilidad en agua.
- Tratamiento de aguas residuales: No se espera que sea tóxico en el límite de solubilidad en agua.

No es recomendable trabajar con este producto por encima de 100 °C, por estas mezclas vapor-aire que pueden producir explosión. Para su almacenamiento no hay requerimientos especiales, simplemente mantenerlo a temperatura ambiente. No es peligroso para el transporte. En su manejo se deben tener medidas de precaución contra descargas electrostáticas. Se debe seleccionar un equipo de protección respiratoria para las condiciones de uso específicas y que cumpla la legislación en vigor. Cuando los respiradores con filtro de aire sean adecuados, elegir una combinación adecuada de máscara y filtro, elegir un filtro adecuado para gases orgánicos y vapores. Punto de Ebullición >65°C. Cuando los respiradores con filtro de aire no sean adecuados (p.ej. Concentraciones en aire muy altas, riesgo de deficiencia de oxígeno, espacios confinados) úsense aparatos de respiración autónoma. La protección para el resto del cuerpo es de ropa de trabajo normalizada, es decir, zapatos ó botas de seguridad resistentes a productos químicos.

Ⓢ Eliminación y Etiquetado:

- Eliminación de residuos: Si es posible recuperar o reciclar. De otro modo incineración.
- Eliminación del producto: Si es posible recuperar o reciclar. De otro modo incineración.
- Eliminación de envases: Drenar el contenedor completamente. Una vez vaciado, ventilar en lugar seguro lejos de chispas y fuego. Los residuos pueden causar riesgos de explosión. No perforar, cortar o soldar los bidones sucios y sin limpiar.
- Etiquetado CE / número CE 265-149-8
- UE etiquetado DESTILADOS DEL PETROLEO, HIDROTRATADOS LIGEROS.
- UE clasificación Nocivo.
- UE símbolo (Xn) Nocivo.

- UE frases de riesgo (R 65) Nocivo: si se ingiere puede causar daño pulmonar. (R 66) La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.
- UE frases de seguridad (S 23) No inhalar vapor. (S24) Evítese el contacto con la piel. (S 62) En caso de ingestión, no provocar el vómito, obtener atención médica.

10.8. CÁLCULOS DE LAS MEJORAS ANALIZADAS E IMPLEMENTADAS

En la figura de la página siguiente. se muestra los cálculos realizados de las mejoras analizadas e implementadas, de modo que se han estimado algunos y otros se han observado y recogidos.

Con esto se expone el estudio de diversos datos mostrados a lo largo del presente proyecto, como representaciones de costes de no calidad, o horas que se aprovecharían con las mejoras analizadas, etcétera.

Algunos de los datos, mejor dicho la mayoría, se muestran en los mapas de flujo de valor, anteriormente explicados. En ellos se presentan takt time, operarios, fases, tiempo en cada fase, inventario, etcétera.

Pero anterior a los VSM se realiza un estudio, y parte de él son estos cálculos presentados a continuación.

Cálculos realizados para la realización de los VSM

	FASE 1	FASE 2A	FASE 2B	FASE 3	FASE 4	FASE 5	FASE 6	FASE 7	EMBALADO	
AÑO 2008	Operarios 2008	4,0	4,5	0,0	3,5	1,0	1,0	3,0	3,0	1,0
	Turnos	2,0	2,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0
	CONCEDIDO 2008	100,0%	100,0%	0,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	Concedido	971,7	1350,0	0,0	770,0	204,0	154,7	537,7	429,8	16,0
	C/T (hrs)	121,5	150,0	0,0	110,0	102,0	77,4	89,6	71,6	16,0
	Duplicidad	1,0	2,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	C/T (days)	15,8	19,5	0,0	14,3	13,2	10,0	11,6	9,3	2,1
Takt Time	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	
AÑO 2010	Takt Time	4,4	8,8	8,8	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
	hrs/turno	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7
	C/T a reducir (days)	11,4	10,7	0,0	9,9	8,9	5,7	7,3	4,9	
	C/T a reducir (hrs)	87,8	82,2	0,0	76,3	68,3	43,7	55,9	38,0	
	Operarios óptimo	3,6	2,2	0,0	3,3	3,0	2,3	2,7	2,1	
	Operarios 2010	8,0	4,5	4,5	6,5	2,5	1,5	4,5	3,0	
	Concedido OPTIMO nuevo proceso	539,0	609,8	0,0	437,9	168,4	101,1	303,2	202,1	
CONCEDIDO MARIAN	844,3	921,1	921,1	648,5	261,0	166,7	236,6	425,7		
Peso respecto al 50%	21,9%	30,4%	0,0%	17,4%	4,6%	3,5%	12,1%	9,7%		
Necesitamos reducir	484,9	673,6	0,0	384,2	101,8	77,2	268,3	214,5		
concedido 2010	486,8	676,4	0,0	385,8	102,2	77,5	269,4	215,4		
MEJORA RESPECTO										
CONCEDIDO 2008	55,5%	45,2%	#¡DIV/0!	56,9%	82,6%	65,3%	56,4%	47,0%		
NQC	181,0	42,0	0,0	4,0	4,0	12,0	0,0	91,0		
C/T año 2010	3,95	4,88	3,55	3,85	2,65	3,36	3,89	4,66	2,10	
Mejoras del GD	6,0	225,0	0,0	134,0	20,0	0,0	110,5	80,0	0,0	
C/T año 2008 con mejoras	7,8	8,1	0,0	6,4	4,8	6,7	6,2	7,6	2,1	
Inversiones						120000,0				
INVENTARIO 2008 (días)	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0		
INVENTARIO 2010 (días)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Reducción de Inventarios	-72000,0	0,0	0,0	-63000,0	0,0	10000,0	0,0	-100000,0		
Tiempo de Ciclo año 2008	128,8									
Tiempo de Ciclo año 2010	29,3	77,2%								
Tiempo de Ciclo con mejoras	49,6	61,5%								

Cálculos:

Año 2008.

- Concedido = (Nº operarios) x (Turnos) x (C/T horas). Son las horas concedidas en cada fase del proceso. Las horas totales concedidas en 2008 son de 4433.9 horas.
- Duplicidad. Sólo la fase II está duplicada.
- C/T días = (C/T horas) / (horas por turno, 7.7). Son las horas del proceso teniendo en cuenta el número de operarios y los turnos.
- Takt Time = (días laborables del año, 210) / (producción anual, 18 HTP A380)

Año 2010.

- Takt Time = (días laborables del año, 210) / (producción anual, 48 HTP A380)
- C/T a reducir (días) = (C/T días 2008) – (Takt Time 2010). Son los días que se deben reducir en cada fase del proceso.
- C/T a reducir (horas) = (C/T a reducir (días)) x (horas por turno, 7.7)
- Operarios óptimo = (C/T días 2008) / (Takt Time 2010). Son los operarios idealmente necesarios, teniendo en cuenta las horas del proceso actual y el takt time futuro.
- Operarios 2010. Son el número de operarios establecidos para el año 2010.
- Concedido óptimo nuevo proceso = (Takt Time 2010) x (Operarios óptimo) x (Turnos, 2) x (horas por turno, 7.7). Son las horas concedidas óptimas en cada fase del proceso, teniendo en cuenta el takt time futuro o deseado y los operarios idealmente necesarios.
- Peso respecto al 50% = (Concedido 2008) / (Suma de concedidos 2008). Es el porcentaje de horas concedidas en cada fase del proceso con respecto al total.
- Necesitamos reducir = (Peso respecto al 50%) x (Mitad de las horas concedidas calculadas por Ingeniería, 2212.5 horas). Se pone una meta de reducción para poder llegar a lo deseado.
- Concedido 2010 = (Concedido 2008) – (Necesitamos reducir). Son las horas concedidas ideales para el 2010, teniendo como supuesto la reducción marcada.
- Mejora respecto a lo concedido 2008 = (Concedido óptimo nuevo proceso) / (Concedido 2008). Es el porcentaje de mejora, teniendo en cuenta la implantación de las mismas en el proceso.
- NQC. Son las horas de costes de no calidad. Las horas de costes de no calidad llegan a la cantidad de 334 en total.

- C/T año 2010 = (Concedido 2010) / (Operarios 2010 x horas por turno, 7.7 x Turnos, 2). Es el dato teórico de los días del proceso en cada fase, en total suma 29.3 días, de los 99.4 días del año 2008. Esto supone una reducción del 70.5%.
- Mejoras del GD. Son el número de horas aprovechables gracias a las mejoras estudiadas en cada fase por el Grupo de Diagnóstico. El número total alcanza 575.5 horas, que correspondería al 26% de lo que se necesita reducir (2212.5 horas). Es decir, supondría una reducción del 74%, también supone un 13% con respecto a lo concedido en 2008, 4433.9 horas.
- C/T año 2008 con mejoras = (Concedido 2008 – Mejoras del GD) / (horas por turno, 7.7 x Operarios 2010 x Turnos, 2). Es el cálculo de los días del proceso para el año 2008 con las mejoras implantadas. Pasaría de ser, por ejemplo en la fase I, de 15.8 a 7.8 días. En total, la suma de C/T año 2008 con mejoras es de 49.6 días, supone una reducción del 50.1% con respecto a lo C/T en 2008, 99.4 días.
- Inversiones. Inversiones de euros previstas en corto plazo.
- Inventario 2008 (días). Son los días dedicados al inventario en cada fase en 2008. El total de días dedicados al inventario (multiplicado por el Takt time 2008, 11.7) son de 35 días.
- Inventario 2010 (días). Son los días dedicados al inventario en cada fase en 2010. El total es nulo, lo ideal en Lean Manufacturing.
- Reducción de inventarios. Cálculo aproximado estimado en euros para lo que supone la reducción de inventario.
- Tiempo de Ciclo año 2008 = (Suma de inventario 2008 x Takt Time 2008) + (Suma de C/T (días) 2008). Es el tiempo de ciclo en días del año 2008, teniendo en cuenta el inventario y los días del proceso.
- Tiempo de Ciclo año 2010 = (Suma del C/T año 2010) + (Suma de inventario 2010 x Takt Time 2010). Es el tiempo de ciclo en días del año 2010, teniendo en cuenta el inventario y los días del proceso estimados. Posteriormente se calcula el porcentaje de reducción del tiempo de ciclo con respecto al año 2008 = $1 - (\text{Tiempo de ciclo año 2010} / \text{Tiempo de ciclo año 2008})$.
- Tiempo de Ciclo con mejoras = (Suma del C/T año 2008 con mejoras) + (Suma de inventario 2010 x Takt Time 2008). Es el tiempo de ciclo del proceso en el año 2008, con las mejoras analizadas y en proceso de implementación. De modo que se tiene en cuenta los días del proceso con mejoras del año 2009, el takt time del mismo año (*aunque ya se vería reducido con las mejoras*)

y el inventario del año 2010, ya que la reducción del inventario es una de las mejoras.

Todo ello, teniendo en cuenta el tiempo de embalado del estabilizador, ya que es tiempo del proceso antes de su entrega. Además está representado, casi en su totalidad en los VSM de 2008 y 2010, presentados en apartados anteriores y adjuntados en el anexo del presente proyecto.

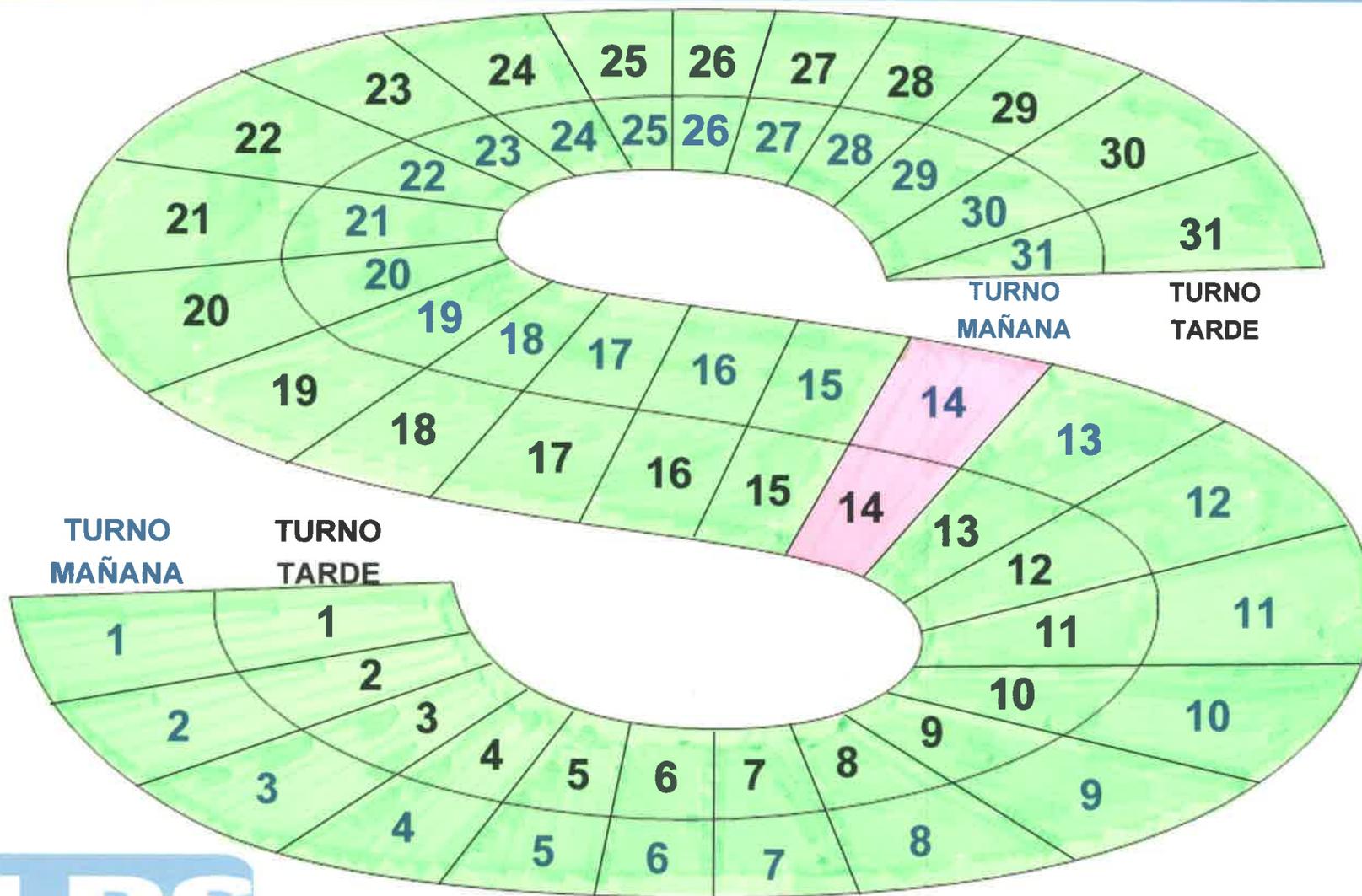
10.9. EJEMPLOS REALES DE LOS PANELES SQCDP

Los ejemplos que vienen a continuación son ejemplos reales de los paneles SQCDP de la sección del proceso de fabricación del HTP A380. Como se observa no todos coinciden en el mes, debido a que se ha recopilado todo el año 2008 de estos paneles, para ofrecer un ejemplo de cada documento, el que mejor está relleno y completado. Debido a esto no coinciden en la fecha, sino que cada uno ha sido escogido por ser el más representativo.

MES:

JULIO

SEGURIDAD

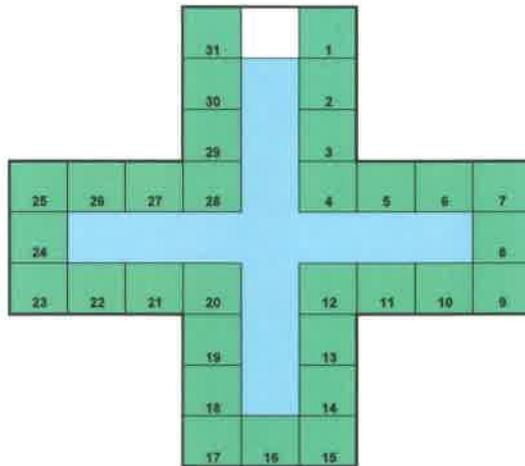


VERDE – SITUACION NORMAL (SIN PROBLEMAS)

ROJO – SITUACION ANORMAL (PROBLEMAS)



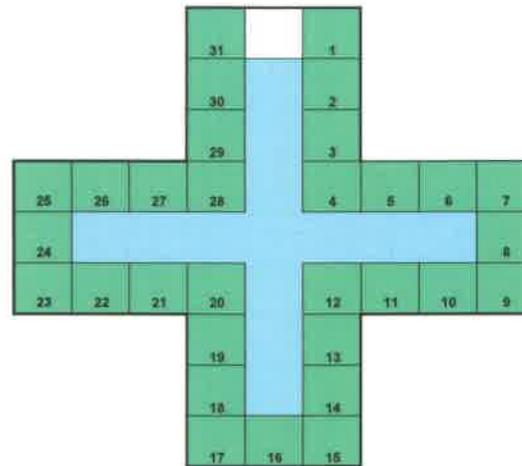
ACCIDENTES (Con Baja)



SIN ACCIDENTES (Con Baja)

CON ACCIDENTES (Con Baja)

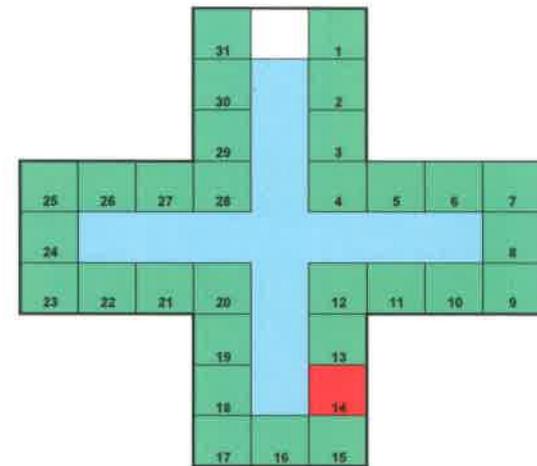
ACCIDENTES



SIN ACCIDENTES

CON ACCIDENTES

INCIDENTES



SIN INCIDENCIAS

INCIDENCIA DETECTADA



SEGURIDAD Y SALUD LABORAL (ACCIDENTES)

ÁREA:		PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (Hoja de seguimiento Mensual)				FECHA:	
SECCIÓN:							
Seguimiento realizado por:		Accidentes ocurridos en el mes			Causas		
Dpto. Seguridad Laboral: Luis Monroy		1		1			
Mando y Team Leader:		2		2			
		3		3			
		4		4			
		5		5			
		6		6			
		7		7			
Riesgos observados			Medidas correctoras		Prior	Responsable	
1	Sobreesfuerzos y golpes en la manipulación de los brazos abatibles para situar las oodillas en la grada		1	Disponer de algún mecanismo manual u automatizado para la colocación de los brazos	2	Utilaje (Sr. Barros)	
2	Golpes con fijas móviles de cogida de los Bordes de Salida (salientes en la grada)		2	Colocar protecciones adecuadas en los salientes	2	Utilaje	
3	Sobreesfuerzos y posturas forzadas por falta de plataformas de acceso a la grada en la zona interior del limón		3	Dotar a las gradas de plataformas de madera en la zona inferior del Timón a la medida adecuada y ergonómicamente correcta.	2	Utilaje y fabricación	
4			4				
OBSERVACIONES				EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPIs)			
1	No se han producido accidentes de trabajo			1	Calzado de seguridad		
2	Se observa la falta de uso de calzado de seguridad por parte de algunos operarios y uso inadecuado de gafas de seguridad			2	Gafas de seguridad contra impactos y salpicaduras		
3				3	Gautes anti-corte y para productos químicos (disolventes y sellantes)		
4				4	Mascarillas autofiltrantes para operaciones de lijado y taladrado en fibra de carbono		
5				5	Máscaras para vapores orgánicos en operaciones con disolventes y sellantes)		

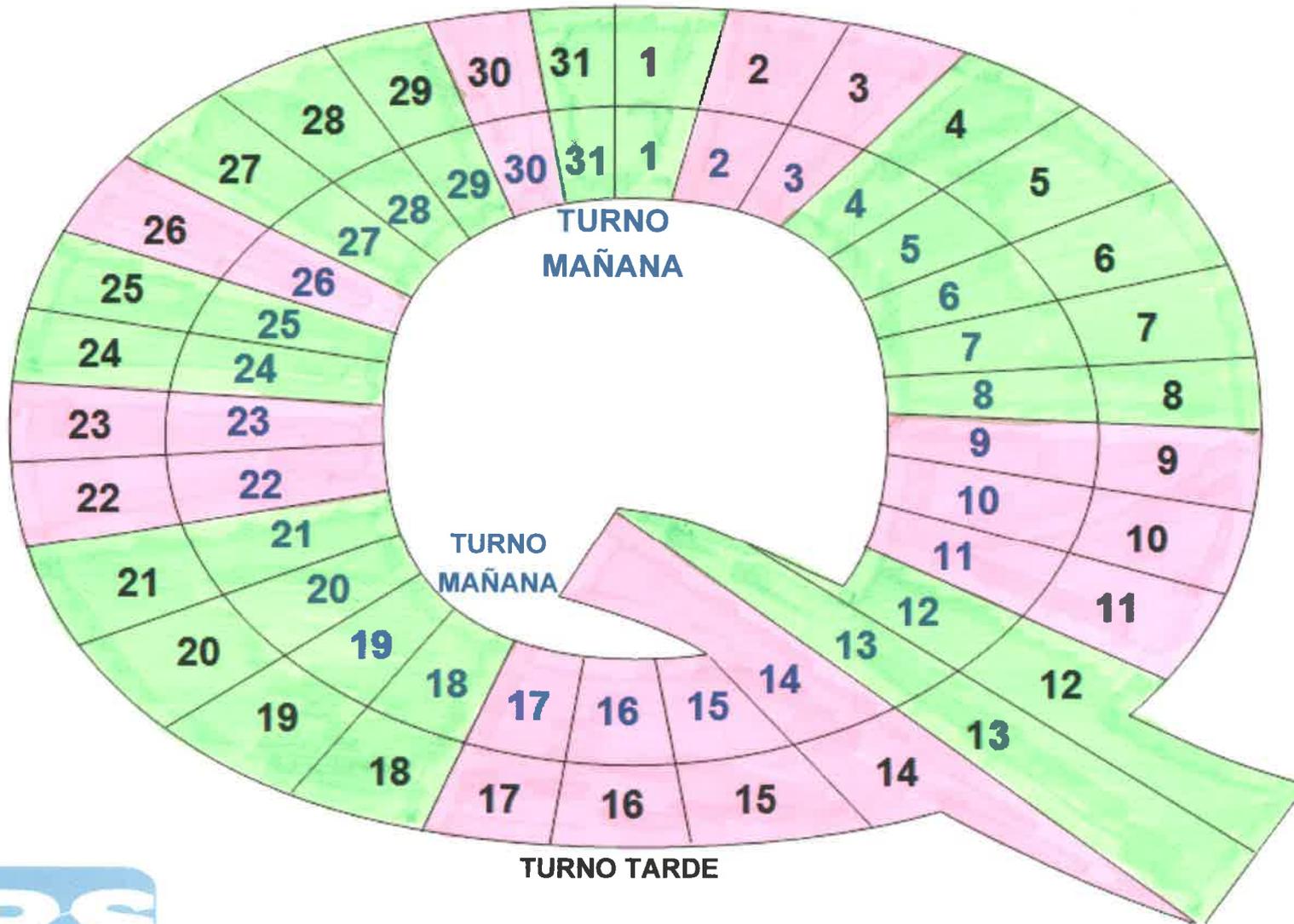
* Prior: Prioridad

MES:

ENERO

CALIDAD

TURNO TARDE



TURNO TARDE



VERDE – SITUACION NORMAL (SIN PROBLEMAS)

ROJO – SITUACION ANORMAL (PROBLEMAS)





AREA :

ELEMENTO:

HTP A380

AÑO:

2008



INCIDENCIAS EN CALIDAD

SIN INCIDENCIAS CALIDAD

CALIDAD

QUEJAS DE CLIENTES

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total
TOTAL ACUMULADO	0												

ID's

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total
TOTAL ACUMULADO	10												

HNC's

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total
TOTAL ACUMULADO	25												

FIRMA RESP. CALIDAD

HNC

AACC

N°	Sec. PEP	FECHA AVISO	IF AVISO	Status HNC	CONCESION (SR)	DESCRIPCIÓN DEL DEFECTO	ACCION	RESPONSABLE	STATUS
1	29	02/01/2008	46855	●	NO	VALORES F/T TABLA 9-3B PF-AI9261	ITEM 81 LISTADO AACC	EQ. AACC	●
2	29	03/01/2008	46856	●	NO	GAP F/T ENTRE PERFILES B/S	ITEM 109 LISTADO AACC	EQ. AACC	●
3	31	03/01/2008	46881	●	NO	GAP/STEP F/T TAPAS MAN HOLE	ITEM 109 LISTADO AACC	EQ. AACC	●
4	31	09/01/2008	46932	●	NO	GAP F/T C.KARMAN/REVESTI.	ITEM 101 LISTADO AACC	EQ. AACC	●
5	34	09/01/2008	46946	●	NO	TALADRADO TAPAS B/S SIN TLAP (LH)	ITEM 61 LISTADO AACC	EQ. AACC	●
6	34	09/01/2008	46947	●	NO	TALADRADO TAPAS B/S SIN TLAP (RH)	ITEM 61 LISTADO AACC	EQ. AACC	●
7	34	09/01/2008	46950	●	NO	INTERFERENCIA TAPA 7 B/S Y BR10	PUNTUAL	---	●
8	31	10/01/2008	47011	●	NO	GALGEO F/T EN TUB. DE LLENADO	ITEM 42 LISTADO AACC	EQ. AACC	●
9	33	10/01/2008	47013	●	NO	TALADROS AGRANDADOS EN T5	POSICIONES ALEATORIAS	EQ. AACC	●
10	34 DRCHC	11/01/2008	47031	●	NO	TALADRO AGRANDADO EN TER3	POSICIONES ALEATORIAS	EQ. AACC	●
11	32	11/01/2008	47051	●	NO	SOPORTE PROXIMA A RIB1 DESPLAZADO 30 MM	PUNTUAL	---	●
12	33	11/01/2008	47054	●	NO	TALADROS AGRANDADOS EN RIB1	POSICIONES ALEATORIAS	EQ. AACC	●
13	33	11/01/2008	47062	●	SI	TALADROS PROXIMOS AL ALMA	CASO N/A AISLADO	EQ. AACC	●
14	31	14/01/2008	47097	●	NO	VALORES F/T TABLA 10.2 PF.AI9261	ITEM 81 LISTADO AACC	EQ. AACC	●
15	32	14/01/2008	47123	●	SI	TALADRADO RECEPTOR DE TAPAS B/S REALIZADO SIN TLAPS	ITEM 61 LISTADO AACC	EQ. AACC	●
16	34	15/01/2008	47142	●	NO	DESCOORDINACIÓN DE UN TALADRO EN B.M. DE LER6 (LH)	ITEM 52 LISTADO AACC	EQ. AACC	●
17	34	15/01/2008	47143	●	NO	DESCOORDINACIÓN DE UN TALADRO EN B.M. DE LER6 (RH)	ITEM 52 LISTADO AACC	EQ. AACC	●
18	34	15/01/2008	47145	●	NO	INTERFERENCIA DE TAPAS EN B/S	ITEM 30 LISTADO AACC (LH0182)	EQ. AACC	●
19	34	15/01/2008	47146	●	NO	INTERFERENCIA DE SUPLEMENTOS EN REVEST.	ITEM 30 LISTADO AACC (LH0182)	EQ. AACC	●
20	30	15/01/2008	47165	●	NO	GAP/STEP F/T TAPAS MAN HOLE	ITEM 1 LISTADO AACC (LH281)	EQ. AACC	●
21	30	15/01/2008	47166	●	NO	INSTALACION DE TRES LATIGUILLOS EN UNA MISMA OREJETA DE R/S	ITEM 111 LISTADO AACC	EQ. AACC	●
22	30	15/01/2008	47167	●	NO	ROCE DE CABLES EN VARIAS ZONAS DEL B/S (LH-RH)	ITEM 112 LISTADO AACC	EQ. AACC	●
23	30	15/01/2008	47168	●	NO	ROCE DE CABLES EN ZONA DE UNION CENTRL SUPERIOR	ITEM 113 LISTADO AACC	EQ. AACC	●
24	30	15/01/2008	47169	●	NO	INTERFERENCIA INFERIOR CON DISTANCIADORES	ITEM 114 LISTADO AACC	EQ. AACC	●
25	32	15/01/2008	47171	●	NO	GAPS/STEPS F/T SEGUN MC DE TIPS CON REVEST. DE B/A	ITEM 35 LISTADO AACC	EQ. AACC	●

 HNC ABIERTA (PD)

 HNC CON DISPONIBILIDAD (PR)

 HNC cumplimentada por PRODUCCIÓN (PC)

 HNC CERRADA (CL)

 RESPONSABLE PARA EL PROBLEMA

 ACCION EN CURSO

 IDENTIFICAR ACCIONES NECESARIAS

 ACCION CERRADA



REGISTRO INCIDENCIAS: CALIDAD

MES: **ENERO**AREA: **HTP A380**

ID's						AACC		
Nº	FECHA	Nº ID	Status HNC	NOMBRE COMPONENTE	DESCRIPCIÓN DE ID	ACCION	RESPONSABLE	STATUS
1	15/01/2008	4287		CG1030	ESPESORES REV. CLI Y D			
2	15/01/2008	3870		BR6 RH	INTERFERENCIA ENTRE SOPORTES			
3	16/01/2008	4300		CG 1032 C.L.I.	FUGA			
4	17/01/2008	4321		DIAPASON Nº8	ESPESOR F/T			
5	17/01/2008	4308		STEP MAN HOLES	AVION 32 Y 33			
6	17/01/2008	4324		SOPORTE ELECTRICO	INTERFERENCIA			
7	22/01/2008	4374		C.L.D.	SELLANTE MAL APLICADO			
8	23/01/2008	4393		TER1 DRCHO	MAL MONTAJE SOPORTE HIDR.			
9	26/01/2008	4424		TAPA 7	SE DESPRENDE	DEVOLVER		
10	30/01/2008	11000004473		L55184499002	INTERFERENCIA PERFILES "U" INFERIORES			

RECLAMACIONES DE CLIENTES					AACC		
Nº	FECHA	Nº RECLAMACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA RECLAMACIÓN	ACCION	RESPONSABLE	STATUS	

IDABIERTA (PD)
 RESPONDIDO POR EL
 ACEPTADO POR CALIDAD
 CERRADO POR CALIDAD FUERTO

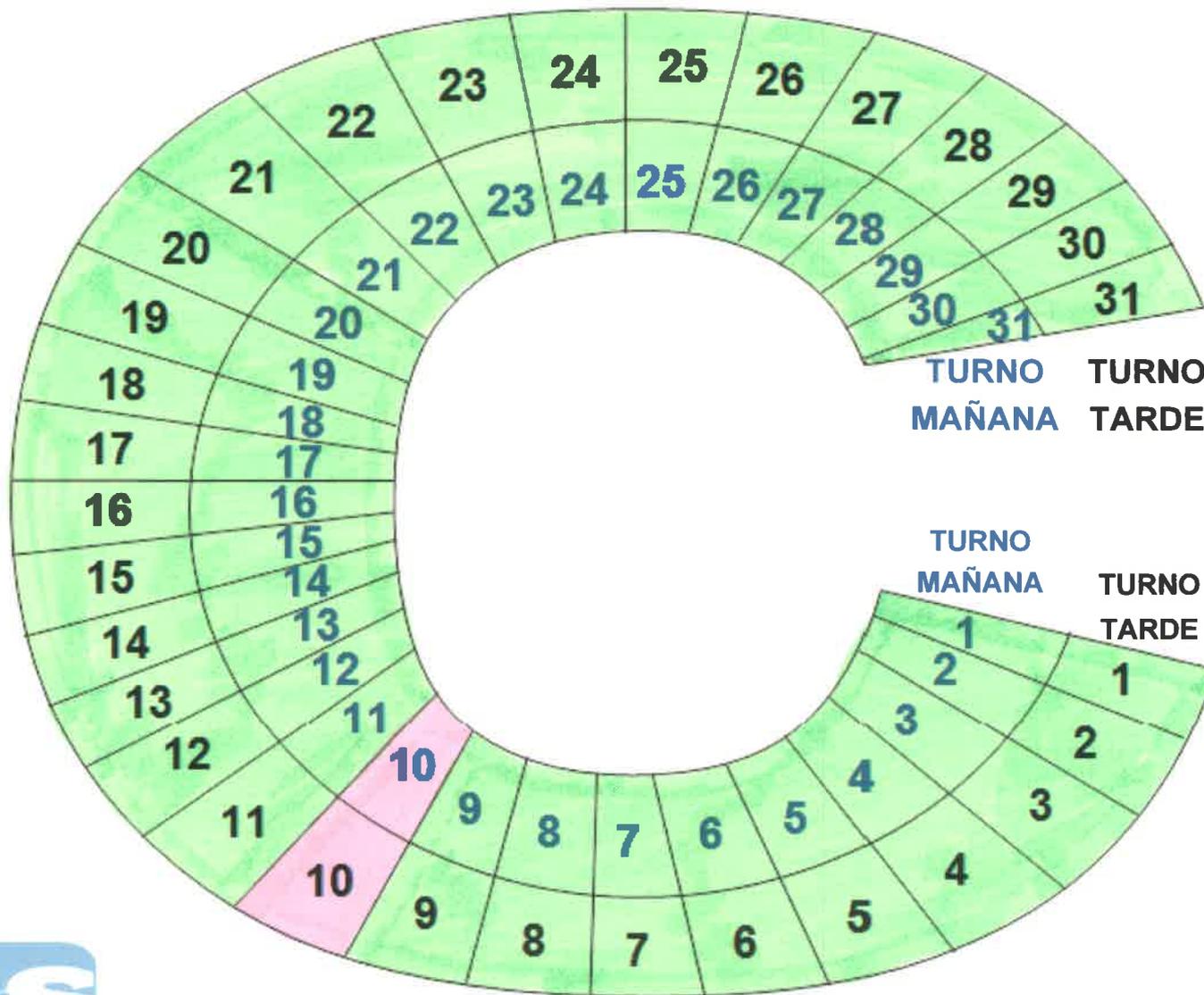
RESPONSABLE PARA EL PROBLEMA
 ACCION EN CURSO

IDENTIFICAR ACCIONES NECESARIAS
 ACCION CERRADA

MES:

NOVIEMBRE

COSTE



VERDE – SITUACION NORMAL (SIN PROBLEMAS)

ROJO – SITUACION ANORMAL (PROBLEMAS)

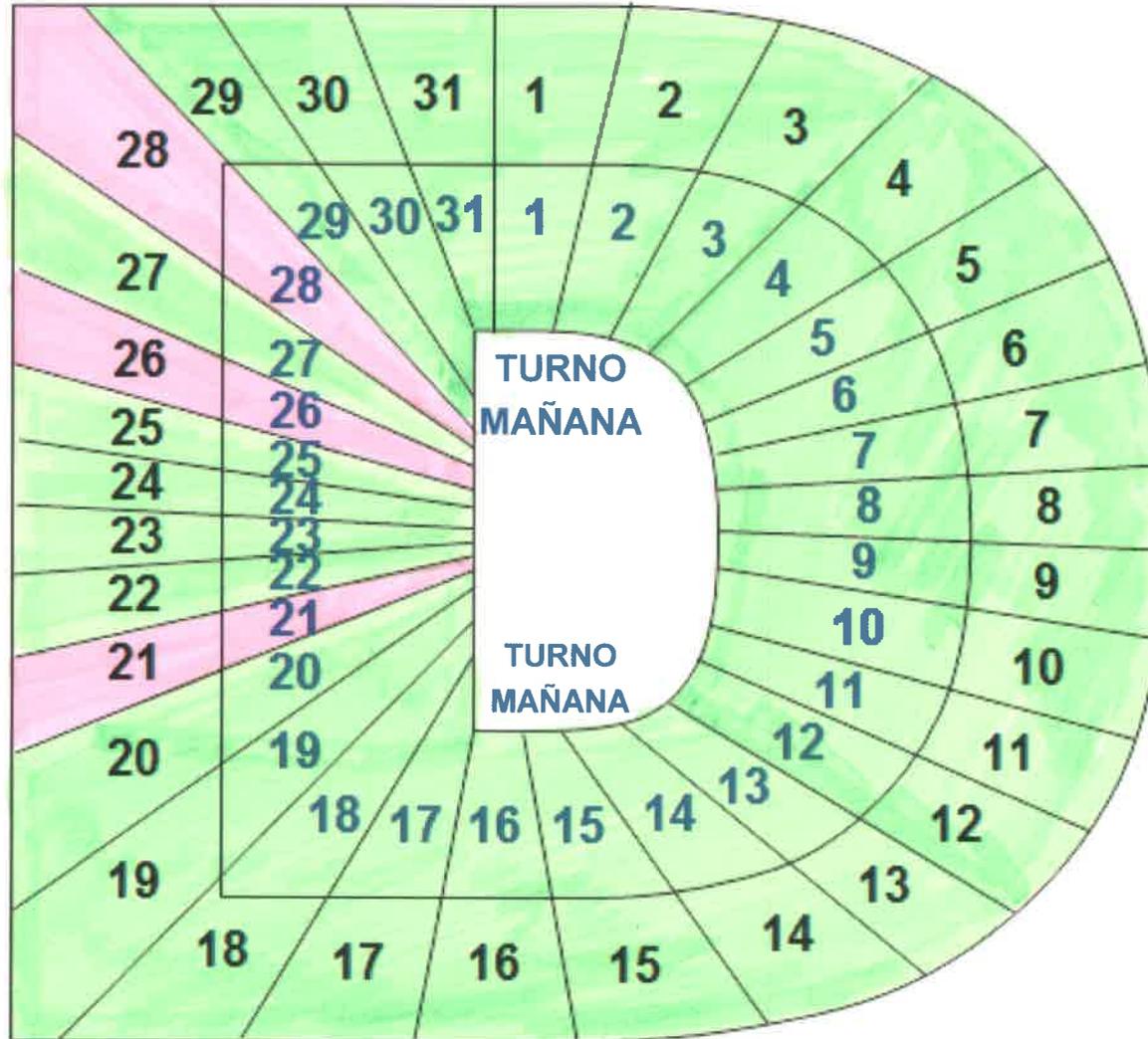


MES:

MAYO

ENTREGAS

TURNO TARDE



TURNO TARDE

VERDE – SITUACION NORMAL (SIN PROBLEMAS)

ROJO – SITUACION ANORMAL (PROBLEMAS)





AREA:

AG3

AÑO:

2008

ELEMENTO:

HTP A380



	ENERO	FEBRERO	MARZO
OTD SALIDA ELEMENTO	100%	100%	1000%

	ABRIL	MAYO	JUNIO
OTD SALIDA ELEMENTO	100%	100%	100%

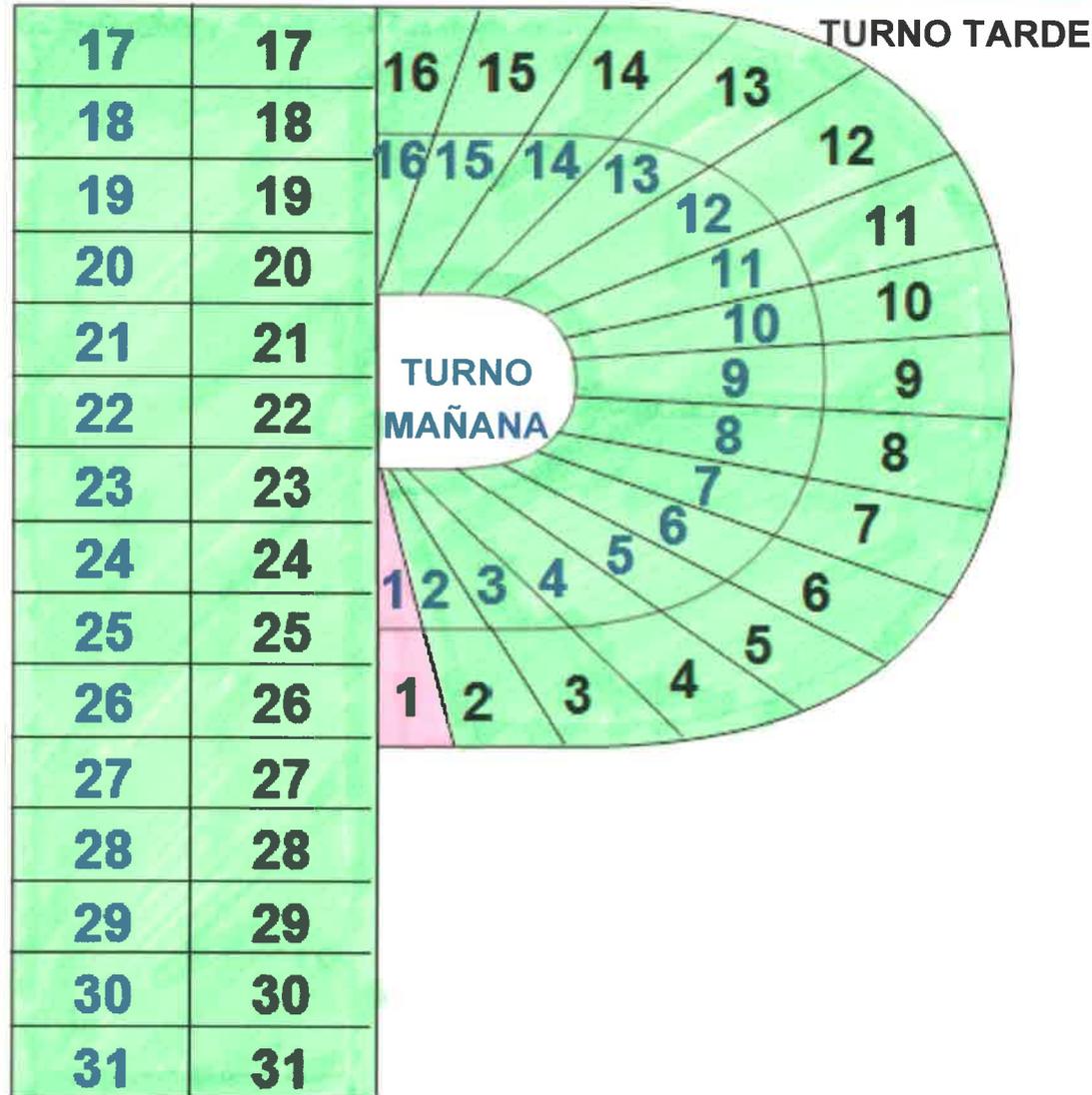
	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
OTD SALIDA ELEMENTO	100%	100%	100%

	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
OTD SALIDA ELEMENTO	93%	89%	85%

MES:

FEBRERO

PERSONAS



TURNO MAÑANA TURNO TARDE

VERDE – SITUACION NORMAL (SIN PROBLEMAS)

ROJO – SITUACION ANORMAL (PROBLEMAS)



		Mes	SEPTIEMBRE																														
		DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
¿Quién?	Cómo																																
S	Seguridad y Salud Laboral	Chequear visualmente	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●
	Medioambiente	Chequear visualmente	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●
	Mantenimiento Utilaje	Chequear visualmente	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●
	Mantenimiento	Chequear visualmente	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●
	Servicios Generales	Chequear visualmente	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●
Q	Dpto Calidad	Chequear visualmente	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●
	IRM	Chequear visualmente	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●
C	Ingeniería	Chequear visualmente	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●
	Producción	Chequear visualmente	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●
	Control de Producción	Chequear visualmente	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●
D	Logística	Chequear visualmente	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●
P	RRHH	Chequear visualmente	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●	●	●			●	●	●



DIA NO LABORABLE S/
CALENDARIO



CHECKING DEL PANEL
REALIZADO



CHECKING DEL PANEL NO
REALIZADO



Confirmación de Proceso del Área
- Responsables Áreas Soporte Paneles SQCDP



	¿Quién?	Cómo	Quién (Director Airbus Puerto Real)	Quién (Subdirector, Nave 3)	Mes	SEPTIEMBRE								OCTUBRE						NOVIEMBRE											
					SEMANA	36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48	
					FECHA	04/9	04/9	10/9	10/9	16/9	14/9	22/9	25/9	02/10				15/10	10/10		23/10	28/10	28/10	06/11	06/11	10/11	20/11			24/11	24/11
						M.A.	J.C.	M.A.	J.C.	M.A.	J.C.	M.A.	J.C.	M.A.	J.C.	M.A.	J.C.	M.A.	J.C.	M.A.	J.C.	M.A.	J.C.	M.A.	J.C.	M.A.	J.C.	M.A.	J.C.	M.A.	J.C.
S	Existen acciones correctoras y/o preventivas	Chequear visualmente	Manuel Alcázar	Javier Cantero	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
	Los indicadores de uso de EPI's están actualizado	Comprobar con empleados del área	Manuel Alcázar	Javier Cantero	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
Q	Las causas de No conformidades son visibles en	Chequear visualmente	Manuel Alcázar	Javier Cantero	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
C	Las causas de las desviaciones en costes	Chequear visualmente	Manuel Alcázar	Javier Cantero	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
D	Las desviaciones en entregas son	Chequear visualmente	Manuel Alcázar	Javier Cantero	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
P	Se realiza un seguimiento actualizado	Chequear visualmente	Manuel Alcázar	Javier Cantero	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
	El proceso de confirmación del responsable del área	Chequear visualmente	Manuel Alcázar	Javier Cantero	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			



DIA NO LABORABLE S/ CALENDARIO



CHECKING DEL PANEL REALIZADO



CHECKING DEL PANEL NO REALIZADO

10.10.

FIGURAS

AIRBUS HTP A380

FIGURA 2.1.a.

AIRBUS HTP A380

VSM AÑO 2008

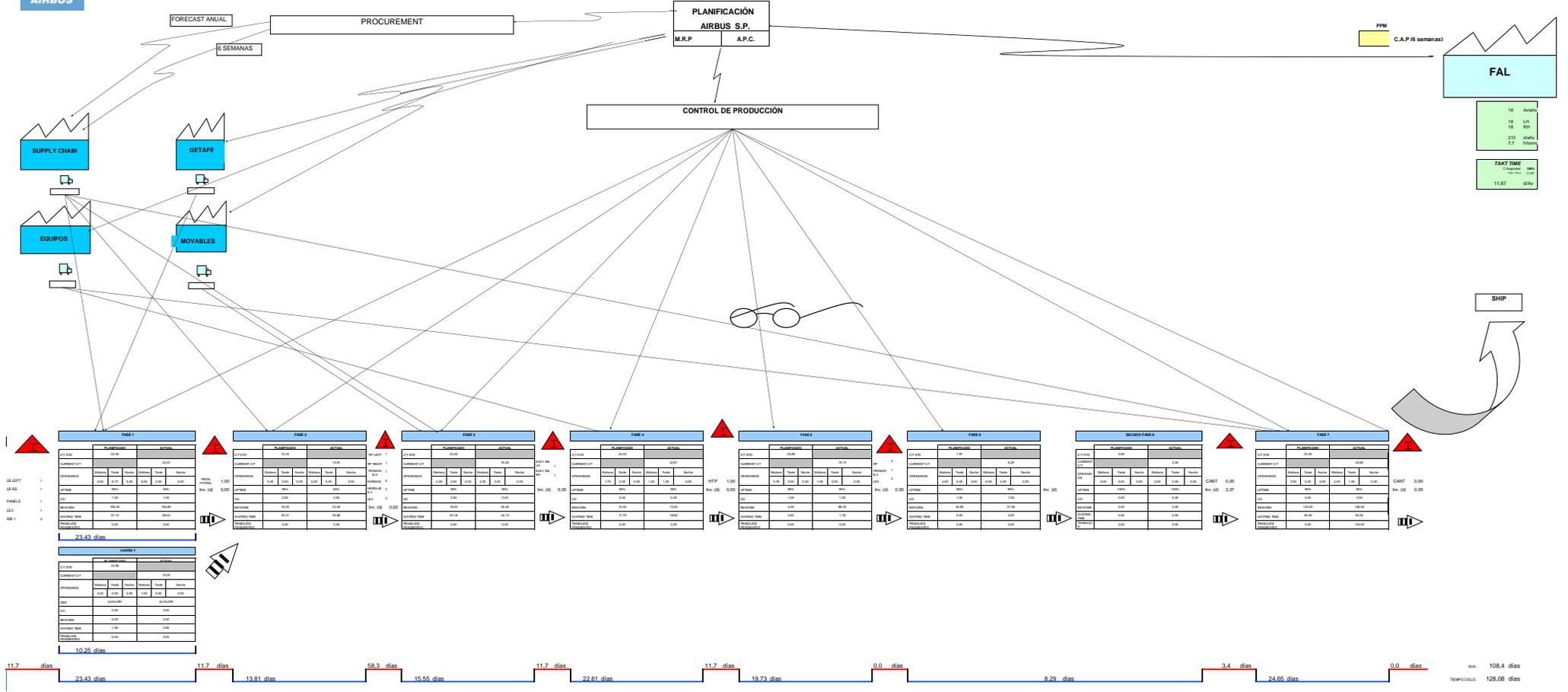


FIGURA 2.1.b.

AIRBUS HTP A380

VSM AÑO 2010

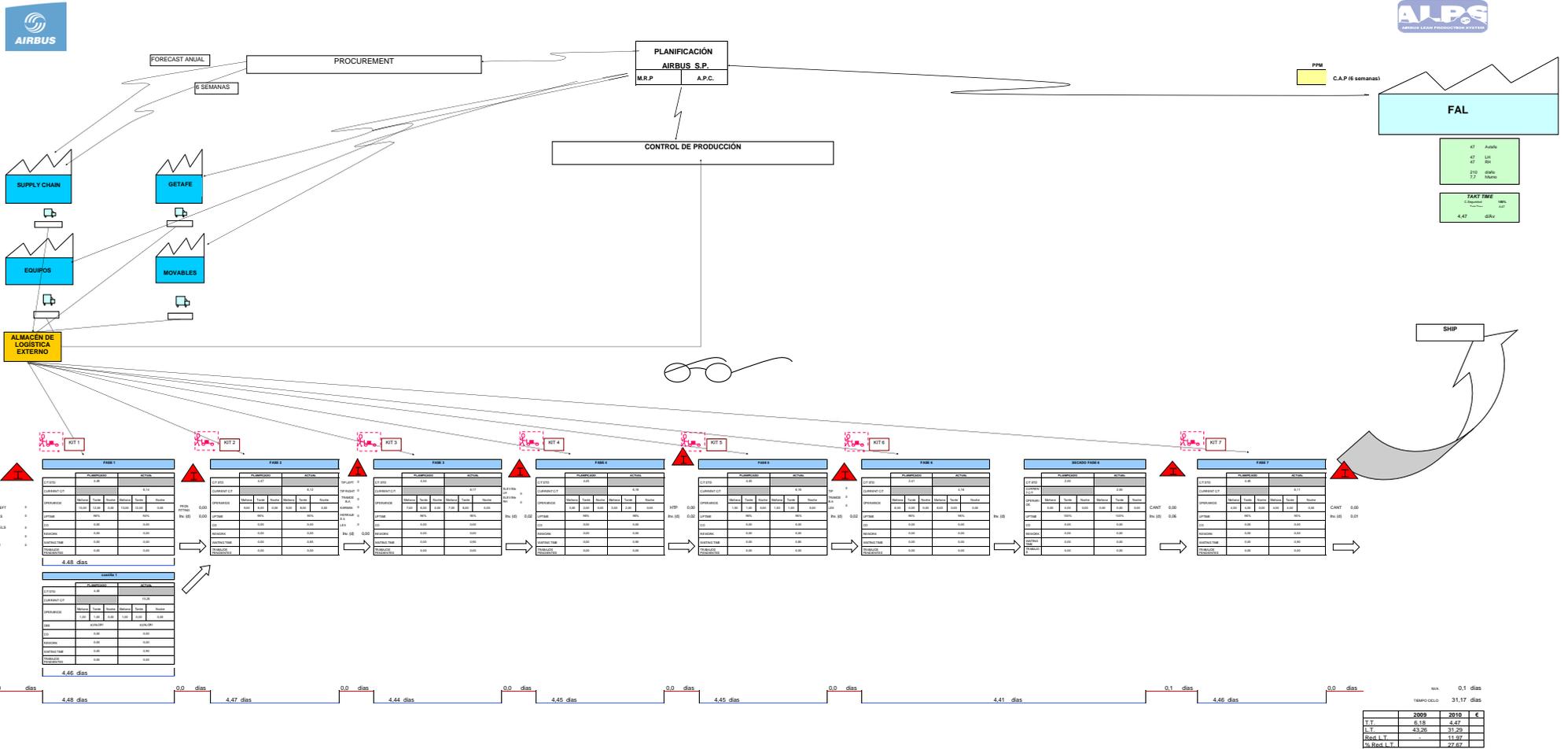


FIGURA 4.1.a.

AIRBUS HTP A380

TABLA REPRESENTATIVA ESTUDIO SMED

	Preparación	Observaciones	Acciones	Internas	Externas	I → E	Eliminar
1	Cambiar para cada HTP las brocas de 4,6,6,2,4,81 y 6,33 y cada 3 costillas 9,20,9,51,12,40,12,68		ver si la máquina tiene la aplicación y PÁP u oferta: Automatización	x			
2	Encender Control numérico y Control de Ejecución		Operaciones Standard	x			
3	Preparar útil: Poner fijas sueltas de fase II avión anterior y plantilla REAR		operaciones standard	x			
4	Situar chapitas y T's		operaciones standard	x			
5	Taladrar fuera las T's de titanio a diámetro de pasador/fijador 4mm a 6,25 mm. Montar T's y apretar fijas	Dificultad de realización. Todas las T's excepto UT6 y LT6 Cambiar estos taladros en CDS	cambiar cds. Configuración	x			x
6	Situar costilla 1 de fibra sobre las T's	Se necesitan otros 2/3 personas para situarla	En curso nueva eslinga. Utilillaje.	x			
7	Reparar agujero de tubos combustible (entre costilla 1 y 2 empezando desde el front fitting)	Calidad de subcontratación KC??	comprobar diseño útil y util: utilillaje comprobar diseño pieza y pieza: Daniel comprobar proceso de fabricación: antonio conde	x			x
8	Situar falso front fitting en la máquina.	Necesidad de 1 persona mas + la grúa eliminar las dos necesidades	En estudio pequeño polipasto: Utilillaje y automatización	x			
9	Situar perfil front fitting con 'falso frontfitting'			x			

	Preparación	Observaciones	Acciones	Internas	Externas	I → E	Eliminar
10	Apretar fijas costilla 1 y activar amarres neumáticos			x			
MAQUINA AUTOMÁTICA Fase I taladros T's con costilla 1							
11	Referenciar, rearmar seguridades				x		
12	Definir herramienta en cabeza y orden de producción	Al terminar el taladrado, la máquina no deja la herramienta en el carro		x			x
13	Habilitar todos los taladros a previo 3,9	Operación manual		x			
14	taladrar automaticamente a 3,9				x		
15	Atornillar todos los previos a 3,9			x			
16	Deshabilitar todos los taladros a 6,33 para taladrar los que son a 4,8 menos 12 tal. A 6,33 que los daba el programa anterior.	Operación manual			x		
17	Taladrar con máquina a 4,8				x		
18	Deshabilitar todos los taladros a 4,8 y habilitar a 6,33 para taladrar los que son a 6,33	Operación manual		x			x
19	Cambiar manualmente herramientas de lugar en el carro			x			x
20	Medir manualmente todas las herramientas			x			x

	Preparación	Observaciones	Acciones	Internas	Externas	I → E	Eliminar
21	Taladrar automáticamente a 6,33				x		
22	Cambiar tornillos de previo a definitivos y apretar			x			
23	Habilitar los previos que van a 6,33	Operación manual		x			x
24	Taladrar lo previos que van a 6,33				x		
25	Cambiar manualmente herramientas de lugar en el carro para taladrar a 4,8			x			x
26	Medir manualmente todas las herramientas			x			x
27	Habilitar los previos a 4,8	Operación manual		x			x
28	Taladrar los previos a 4,8				x		
29	Paradas frecuentes: 'eje x2 'vigilancia de la posición' y encendido de grúa	ver causas y eliminar	Mantenimiento	x			x
30	Seguridad de puerta deshabilitada por entradas frecuentes debido a aspiración deficiente	mejorar aspiración	Se va a revisar el sistema: Automatización	x			x
MAQUINA AUTOMÁTICA Fase V: Taladros sistemas							
31	Deshabilitar taladros que interfieren con refuerzos de retrofit	Se dan manualmente al final en equipado costilla 1 fuera en una posición aproximada		x			x

	Preparación	Observaciones	Acciones	Internas	Externas	I → E	Eliminar
32	Taladrado automático				x		
33	Puntear manualmente a través del falso Front Fitting a 4,15			x			
34	Desmontar costilla 1 y llevar a avión			x			
MAQUINA AUTOMÁTICA Fase II: Taladros en T's extremas							
35	Taladrar automáticamente				x		
36	Desmontar T's y llevar a avión			x			
MAQUINA AUTOMÁTICA Fase IV:							
37	Aflojar útil extremo para ajustar con posición T's dada en avion y desmontar plantilla rear.			x			
38	Montar las 4 T's extremas, T's anexas, chapitas, costilla 1, 2 contraherrajes mariposa y perfil front fitting	Se necesitan otros 2/3 personas para situar costilla 1	Se desestima	x			
39	Taladrar automáticamente chapitas de unión				x		
40	Cambiar tornillos de sujeción de chapitas			x			
41	Taladrar a definitivo previos chapitas que no da el control de ejecución.	se hace manipulando el CN		x		x	
42	Desmontar T anexa a extremas			x			
43	Taladrar previos fase IV				x		

	Preparación	Observaciones	Acciones	Internas	Externas	I → E	Eliminar
44	Amarrar previos			x			
45	Taladrar automáticamente				x		
46	Cambiar tornillos de los previos a los definitivos			x			
47	Taladrar a definitivo los previos automáticamente				x		
48	Habilitamos taladros deshabilitados anteriormente a 6,33 que se dan a 7,92 (x5)			x			
49	Se cambia las herramientas en el carro de lugar y se mide			x			
50	Se taladra automáticamente				x		
51	Se escarian manualmente fuera de máquina los 5 taladros de 7.92 porque la máquina no tiene hta. De 7.92 (solo 7.70)		Instalar herramienta de 7.92:Herramientas	x		x	
MAQUINA AUTOMÁTICA Fase VI:							
52	Quitar LT6			x			
53	Taladrar automáticamente 3 taladros a 3,9 solo en fibra				x		
54	Cambiar herramientas a su lugar de origen			x			
55	Medir herramientas			x			
MAQUINA AUTOMÁTICA Fase III:							

	Preparación	Observaciones	Acciones	Internas	Externas	I → E	Eliminar
56	Quitar Falso Front Fitting			x			
57	Situar Front Fitting + perfil de Front Fitting fuera de máquina y taladrar 12 taladros a 4,8 manualmente de situación	Se necesita 1 persona adicional ¿Programado en máquina?		x			
	Situar Front Fitting + perfil de Front Fitting en máquina						
58	Taladrar automáticamente el Front Fitting				x		
59	Desmontar Front Fitting, costillas, T's, chapitas, contraherraje mariposa			x			
OPERACIONES ADICIONALES EN MÁQUINA							
60	Cambiar las brocas 9,2,9,51,12,4,12,6 8 cada 3 aviones	Control manual		x			
61	Cada vez que se taladra a 6,33 como si fuera 4,8 hat que bajar el potenciómetro al 75%			x			
62	Entradas frecuentes por aspiración			x			x
OPERACIONES ADICIONALES FUERA EN EQUIPADO COSTILLA 1							
63	Dar taladros en posición aproximada en fibra que interferirían con los refuerzos y que no se dan en el item 32			x		x	

	Preparación	Observaciones	Acciones	Internas	Externas	I → E	Eliminar
64	Pasar manualmente a definitivo los 3 taladros de la costilla a la LT6 que no se da en el ítem 53			x		x	
65	Pasar de los taladros de las T's dados en el ítem 37 a la costilla y a definitivo			x			

FIGURA 4.12.a.

AIRBUS HTP A380

**TIP – TACTICAL IMPLEMENTATION PLAN PARA EL SEGUIMIENTO DE LA
IMPLANTACIÓN DE LEAN EN LAS FASES DEL PROCESO. ESTABLECIDO A
PARTIR DE SEPTIEMBRE DE 2008**

FIGURA 4.12.b.

AIRBUS HTP A380

**TIP – TACTICAL IMPLEMENTATION PLAN PARA EL SEGUIMIENTO DE LA
IMPLANTACIÓN DE LEAN EN REFERENCIA A LOS ÍTEMS SEGUIDOS POR EL
GRUPO OSP Y ALPS. ESTABLECIDO A PARTIR DE SEPTIEMBRE DE 2008**

FIGURA 4.13.a.

AIRBUS HTP A380

**EJEMPLO DE 5 BOX REPORT REAL DEL GRUPO OSP EN EL PROCESO DE
FABRICACIÓN DEL HTP A380**

GRUPO DE SEGUIMIENTO IMPLANTACION LEAN

FECHA: 14/11/08

LOGROS ALCANZADOS

- **WorkShop SOI's.**

SOPORTE REQUERIDO

- **Procurement.**
- **Departamentos implicados en FMEA y SMED.**
- **5C's.**

FRENOS

- **Falta de recursos para avanzar en el análisis de valor, plan de acción resultante, cuadros de secuenciación y SOI's de Estación VII.**

PRÓXIMOS PASOS

- **Análisis, cuadros de secuenciación y SOI's de Estación VII.**
- **Reunión con los departamentos implicados en el SMED y FMEA.**
- **Reunión de coordinación con grupos FTQ.**
- **Seguimiento cuadro Evolución Económica.**

FIGURA 4.16.1.a.

AIRBUS HTP A380

ANÁLISIS DEL DIAGRAMA ESPAGUETI RESPECTO A LAS ACTIVIDADES DE LA FASE I. ACTIV. CON VALOR AÑADIDO, SIN VALOR AÑADIDO Y LAS HORAS CONSUMIDAS EN DESPERDICIOS. ES UN EXTRACTO DE DICHO ESTUDIO.

ESTUDIO INICIDADO EN ABRIL DE 2008 HASTA NOVIEMBRE 2008

FIGURA 4.16.1.b.

AIRBUS HTP A380

**ANÁLISIS DEL DIAGRAMA ESPAGUETI PARA LOS MOVIMIENTOS DE LAS
GRÚAS UTILIZADA EN FASE I, II, III Y VII**

ESTUDIO REALIZADO EN ABRIL DE 2008

		DESDE	HASTA	DIST. (m.)	VELOC. (m/min)	DIST. (m.)	VELOC. (m/min)	DIST. (m.)	VELOC. (m/min)	TOTAL (min.)	
				V1 (traslac. Puente grúa)	V1	V2 (desplaz. Carro)	V2	V3 (movto. Gancho)	V3		
FASE 1	1	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	ZONA ÚTIL IZADO CL A380	125	7,5	25	12,5	15	1	33,67	
	2	ZONA UTIL IZADO CL A380	ZONA ESPERA CL A380 (IZDO)	5	7,5	7	12,5	2	1	3,23	
	3	ZONA ESPERA CL A380 (IZDO)	GRADA FASE 1	15	7,5	0	12,5	10	1	12,00	
	4	GRADA FASE 1	ZONA ESPERA CL A380 (DCHO)	15	7,5	15	12,5	8	1	11,20	
	5	ZONA ESPERA CL A380 (DCHO)	GRADA FASE 1	15	7,5	0	12,5	8	1	10,00	
	6	GRADA FASE 1	ZONA UTIL IZADO CL A380	20	7,5	5	12,5	10	1	13,07	
			ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	ZONA UTIL IZADO CL A380	125	7,5	25	12,5	0	1	18,67
	7	ZONA UTIL IZADO CL A380	FASE1 CL A380 IZDO	20	7,5	7	12,5	10	1	13,23	
	8	FASE1 CL A380 IZDO	CABALLETES	10	7,5	0	12,5	10	1	11,33	
	9	CABALLETES	FASE 1 CL A380 DCHO	10	7,5	15	12,5	10	1	12,53	
	10	FASE 1 CL A380 DCHO	CABALLETES	10	7,5	0	12,5	10	1	11,33	
11	CABALLETES	ZONA UTIL IZADO CL A380	10	7,5	7	12,5	10	1	11,89		
		TOTAL EN min. DESPLAZAMIENTOS FASE GRADA		380		106				162,15	
FASE 2	1	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	ZONA UTIL IZADO CL A380	125	7,5	25	12,5	0	1	18,67	
	2	ZONA UTIL IZADO CL A380	CABALLETES CL A380 IZDO	10	7,5	7	12,5	3	1	4,89	
	3	CABALLETES CL A380 IZDO	FASE 2 CL A380 IZDO	70	7,5	0	12,5	10	1	19,33	
	4	FASE 2 CL A380 IZDO	CABALLETES CL A380 DCHO	70	7,5	15	12,5	10	1	20,53	
	5	CABALLETES CL A380 DCHO	FASE 2 CL A380 DCHO	70	7,5	0	12,5	10	1	19,33	
	6	FASE 2	ZONA UTIL IZADO CL A380	70	7,5	0	12,5	10	1	19,33	
	7	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	COGER ESLINGA A	55	7,5	25	12,5	15	1	24,33	
	8	ZONA ESLINGA A	COGER UTIL B	10	7,5	1	12,5	2	1	3,41	
	9	ZONA ÚTIL B	SITUAR EN CARRO	0	7,5	1,5	12,5	2	1	2,12	
	10	DE LA ZONA STOP CARRO	SITUAR UTIL B EN HTP	1	7,5	1	12,5	8	1	8,21	
	11	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	EN HTP COGER UTIL C	55	7,5	25	12,5	10	1	19,33	
	12	DEL HTP	SITUAR EN ZONA BUFFER C	2	7,5	7	12,5	10	1	10,83	
	13	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	ZONA ESPERA FRONT FITTING	100	7,5	25	12,5	15	1	30,33	
	14	ZONA FRONT FITTING	LLEVAR A UNION HTP	25	7,5	25	12,5	10	1	15,33	
	15	UNIÓN HTP	COGER ESLINGA COST 1	20	7,5	10	12,5	10	1	13,47	
	16	ZONA ESLING COST 1	ALMACEN COST 1	0	7,5	40	12,5	10	1	13,20	
	17	ALMACEN COSTILLA 1	HTP	20	7,5	20	12,5	10	1	14,27	
	18	HTP	SOLTAR ESLINGA COSTILLA 1	20	7,5	10	12,5	10	1	13,47	
	19	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	COGER ESLINGA A	55	7,5	25	12,5	15	1	24,33	
	20	ZONA ESLINGA A	COGER UTIL C	10	7,5	1	12,5	8	1	9,41	
	21	ZONA UTIL C	SITUAR EN HTP	0	7,5	10	12,5	2	1	2,80	
	22	HTP	COGER UTIL D	2	7,5	10	12,5	8	1	9,07	
	23	ZONA UTIL D	HTP	2	7,5	10	12,5	10	1	11,07	
	23	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	HTP	55	7,5	25	12,5	10	1	19,33	
	24	HTP	DEJAR UTIL D EN SU POSICIÓN	2	7,5	10	12,5	8	1	9,07	
	25	ALMACEN UTIL D	HTP	2	7,5	10	12,5	10	1	11,07	
	20	HTP	COGER UTIL C	1	7,5	10	12,5	10	1	10,93	
	25	ZONA UTIL C	HTP	1	7,5	10	12,5	10	1	10,93	
	20	HTP	DEJAR UTIL C EN SU ALMACEN	1	7,5	10	12,5	10	1	10,93	
	8	COGER UTIL B DEL HTP	DEJAR UTIL B EN SU POSICIÓN	1	7,5	10	12,5	10	1	10,93	
	26	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	IR A HTP Y COGER COST 1	55	7,5	25	12,5	10	1	19,33	
	27	HTP	UBICACIÓN UTIL COST 1	20	7,5	10	12,5	10	1	13,47	
27	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	UBICACIÓN UTIL COST 1	75	7,5	25	12,5	15	1	27,00		
28	UBICACIÓN UTIL COST 1	HTP	20	7,5	10	12,5	10	1	13,47		
29	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	FASE 3: COGER BANDERILLAS	15	7,5	0	12,5	5	1	7,00		
30	FASE 3	LLEVAR A FASE 2	15	7,5	0	12,5	5	1	7,00		
31	FASE 2	FASE 3: COGER UTIL FRONT FITTING	20	7,5	0	12,5	5	1	7,67		
32	FASE 3	FASE 2	20	7,5	0	12,5	10	1	12,67		
		TOTAL EN min. DESPLAZAMIENTOS FASE TRICEPTS		1095		448,5				517,88	
FASE 3	1	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	COGER UTIL HTP LADO IZDO	60	7,5	25	12,5	15	1	25,00	
	2	ALMACEN UTIL HTP	FASE 2: COGER LADO IZDO	35	7,5	20	12,5	10	1	16,27	
	3	FASE 2	FASE 3	15	7,5	0	12,5	10	1	12,00	
	4	FASE 3	SOLTAR UTIL HTP IZDO	10	7,5	20	12,5	10	1	12,93	
	5	ALMACEN UTIL HTP LADO IZDO	COGER UTIL HTP LADO DCHO	0	7,5	35	12,5	10	1	12,80	
	6	ALMACEN UTIL HTP LADO DCHO	FASE 2	35	7,5	10	12,5	10	1	15,47	
	7	FASE 2	FASE 3	15	7,5	0	12,5	10	1	12,00	
	8	FASE 3	SOLTAR UTIL HTP DCHO	10	7,5	10	12,5	10	1	12,13	
	9	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	COGER ESLINGA A	55	7,5	25	12,5	15	1	24,33	
	10	ZONA ESLINGA A	IR A COGER UTIL CARENA KARMAN INF IZDO	35	7,5	3	12,5	10	1	14,91	
	11	UBICACIÓN UTIL CARENA KARMAN INF IZDO	A CARRO	0	7,5	4	12,5	10	1	10,32	
	12	ZONA CARRO	COGER CARENA KARMAN SUP IZDO	0	7,5	4	12,5	10	1	10,32	
	13	ZONA KARMAN SUP IZDO	LLEVAR A UNIÓN HTP	0	7,5	15	12,5	10	1	11,20	
	14	UNION HTP	SOLTAR ESLINGA HTP Y CAMBIAR DE CARRO DE PUENTE GRÚA: COGER ESLINGA A	10	7,5	40	12,5	20	1	24,53	
	15	ALMACEN ESLINGA A	IR A COGER UTIL CARENA KARMAN INF DCHA	35	7,5	35	12,5	10	1	17,47	
	16	ZONA UTIL CARENA KARMAN INF DCHA	SOLTAR EN CARRO	0	7,5	4	12,5	10	1	10,32	
	17	ZONA CARRO	COGER CARENA KARMAN SUP DCHA	0	7,5	4	12,5	10	1	10,32	
	18	ZONA CARENA KARMAN SUP DCHA	LLEVAR A UNIÓN HTP	0	7,5	15	12,5	10	1	11,20	
	19	UNIÓN HTP	SOLTAR ESLINGA A	35	7,5	15	12,5	10	1	15,87	
	20	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	COGER UTIL TALADRADO TIP IZDO	50	7,5	25	12,5	15	1	23,67	
	21	ZONA UTIL TIP IZDO	MONTAR TIP EN HTP	1	7,5	0	12,5	10	1	10,13	
	22	HTP	DESMONTAR UTIL TIP IZDO Y SITUAR EN ALMACEN	1	7,5	0	12,5	10	1	10,13	
	23	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	ALMACEN TIP IZDO Y COGERLO	50	7,5	25	12,5	10	1	18,67	
	24	ALMACEN TIP IZDO	MONTAR TIP IZDO EN HTP (5 MINS DE COMPROBACIÓN)	3	7,5	1,5	12,5	10	1	10,52	
	25	HTP	LLEVAR TIP IZDO A SU ALMACEN	2	7,5	1,5	12,5	10	1	10,39	
	26	COGER TIP ALMACEN	HTP	2	7,5	1,5	12,5	10	1	10,39	
	27	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	COGER TIP IZDO HTP	50	7,5	25	12,5	15	1	23,67	

	DESDE	HASTA	DIST. (m.) V1 (traslac. Puente grúa)	VELOC. (m/min) V1	DIST. (m.) V2 (desplaz. Carro)	VELOC. (m/min) V2	DIST. (m.) V3 (movto. Gancho)	VELOC. (m/min) V3	TOTAL (min.)	
	28	ALMACEN TIP IZDO HTP	HTP	3	7,5	1,5	12,5	10	1	10,52
	29	HTP	ALMACEN TIP IZDO HTP	3	7,5	1,5	12,5	10	1	10,52
	30	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	COGER UTIL TALADRADO TIP DCHO	50	7,5	25	12,5	15	1	23,67
	31	ZONA UTIL TIP DCHO	MONTAR TIP EN HTP	1	7,5	0	12,5	10	1	10,13
	32	HTP	DESMONTAR UTIL TIP DCHO Y SITUAR EN ALMACEN	1	7,5	0	12,5	10	1	10,13
	33	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	ALMACEN TIP DCHO Y COGERLO	50	7,5	25	12,5	10	1	18,67
	34	ALMACEN TIP DCHO HTP	MONTAR TIP DCHO EN HTP (5 MINS DE COMPROBACIÓN)	3	7,5	1,5	12,5	10	1	10,52
	35	HTP	LLEVAR TIP DCHO A SU ALMACEN	2	7,5	1,5	12,5	10	1	10,39
	36	COGER TIP ALMACEN	HTP	2	7,5	1,5	12,5	10	1	10,39
	37	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	COGER TIP DCHO HTP	50	7,5	25	12,5	15	1	23,67
	38	ALMACEN TIP DCHO HTP	HTP	3	7,5	1,5	12,5	10	1	10,52
	39	HTP	ALMACEN TIP DCHO HTP	3	7,5	1,5	12,5	10	1	10,52
	40	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	UNION HTP FASE 3	50	7,5	25	12,5	10	1	18,67
	41	UNIÓN FASE 3 HTP	DESMONTAR UTIL FRONT FITTING Y LLEVAR A SU ALMACEN	5	7,5	0	12,5	10	1	10,67
	42	ALMACEN FRONT FITTING	IR POR HERRAJES EN "A"	0	7,5	3	12,5	10	1	10,24
	43	ALMACEN HERRAJES EN "A"	UNION HTP	5	7,5	0	12,5	10	1	10,67
	44	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	UNIÓN HTP: ALMACEN ÚTIL E	50	7,5	25	12,5	10	1	18,67
	45	ZONA ALMACEN ÚTIL E	HTP	5	7,5	0	12,5	10	1	18,67
	46	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	HTP	50	7,5	25	12,5	15	1	15,67
	47	HTP	SOLTAR UTIL E EN SU ALMACEN	5	7,5	0	12,5	10	1	20,00
	48	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	COGER UTIL HTP	60	7,5	25	12,5	15	1	17,53
	49	ALMACEN UTIL HTP	FASE 3	10	7,5	15	12,5	10	1	12,67
	50	FASE 3	FASE 4	20	7,5	0	12,5	10	1	13,87
	51	FASE 4	SOLTAR UTIL HTP EN SU ALMACEN	20	7,5	15	12,5	10	1	184,56
	TOTAL EN min. DESPLAZAMIENTOS FASE REMACHADORA			960		582				908,45
FASE 4	NO SE UTILIZA EL PUENTE GRÚA									
FASE 5	NO SE UTILIZA EL PUENTE GRÚA									
FASE 6	NO SE UTILIZA EL PUENTE GRÚA									
FASE 7	1	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	COGER TIP DCHO HTP	100	7,5	25	12,5	15	1	30,33
	2	ALMACEN TIP DCHO HTP	HTP	5	7,5	10	12,5	10	1	11,47
	3	HTP	SOLTAR TIP DCHO EN SU ALMACEN	5	7,5	10	12,5	10	1	11,47
	4	ALMACEN TIP DCHO HTP	ALMACEN TIP IZDO HTP	10	7,5	0	12,5	5	1	6,33
	5	ALMACEN TIP IZDO HTP	HTP	5	7,5	10	12,5	10	1	11,47
	6	HTP	SOLTAR TIP IZDO EN SU ALMACEN	5	7,5	10	12,5	10	1	11,47
	7	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	COGER ESLINGA ELEV INB IZDO	90	7,5	25	12,5	15	1	29,00
	8	ZONA ESLINGA	HTP (1 HRS DE MANIPULACIÓN DEL TIMÓN)	2	7,5	15	12,5	10	1	11,47
	9	HTP	SOLTAR ESLINGA EN SU ALMACEN	2	7,5	15	12,5	10	1	11,47
	10	ALMACEN ESLINGA: COGER ESLINGA ELEV. OUT IZDO	HTP (1 HRS DE MANIPULACIÓN DEL TIMÓN)	2	7,5	15	12,5	10	1	11,47
	11	HTP	SOLTAR ESLINGA EN SU ALMACEN	2	7,5	15	12,5	10	1	11,47
	12	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	COGER ESLINGA ELEV INB DCHO	90	7,5	25	12,5	15	1	29,00
	13	ZONA ESLINGA	HTP (1 HRS DE MANIPULACIÓN DEL TIMÓN)	2	7,5	15	12,5	10	1	11,47
	14	HTP	SOLTAR ESLINGA EN SU ALMACEN	2	7,5	15	12,5	10	1	11,47
	15	ALMACEN ESLINGA: COGER ESLINGA ELEV. OUT DCHO	HTP (1 HRS DE MANIPULACIÓN DEL TIMÓN)	2	7,5	15	12,5	10	1	11,47
	16	HTP	SOLTAR ESLINGA EN SU ALMACEN	2	7,5	15	12,5	10	1	68,80
	17	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	ALMACEN SERVOS	90	7,5	25	12,5	15	1	174,00
	18	ALMACEN SERVOS	HTP	5	7,5	5	12,5	10	1	531,20
	19	HTP	ALMACEN SERVOS	5	7,5	5	12,5	10	1	531,20
	20	ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA NAVE 3	QUITAR HERRAJES EN "A" DE LA UNIÓN HTP	90	7,5	25	12,5	10	1	144,00
	21	HTP	BUFFER HERRAJES EN "A"	10	7,5	15	12,5	10	1	75,20
	22	BUFFER HERRAJES EN "A"	UTIL FRONT FITTING UNIÓN UBICADO EN EL CARRO	5	7,5	15	12,5	10	1	71,20
	23	DEL CARRO	LLEVAR FRONT FITTING AL HTP	15	7,5	0	12,5	10	1	72,00
	24	DEL HTP	COGER UTIL F	15	7,5	0	12,5	10	1	72,00
	25	ALMACEN UTIL F	HTP	15	7,5	0	12,5	10	1	72,00
		UNIR CARRROS PUENTE GRUA: MOVER UNO DE LOS PUENTE GRÚA DE LA ZONA MÁS DESFAVORABLE.		90	7,5	25	12,5	0	1	84,00
		IZAR HTP 0,5 MTS DURANTE 10 MIN. (EMBOLLO) + 5 MIN. TIEMPO DE ESTABILIZADO PARA PESADO DEL HTP+ IZAR EL ELEMENTO 6 MIN.		0	7,5	0	12,5	0,5	1	3,00
	26	ZONA FASE 7	UTIL TRANSPORTE	15	7,5	0	12,5	10	1	72,00
		SEPARAR CARRROS DEL PUENTE GRÚA (TIEMPO ESTIMADO 1 MIN)		0	7,5	0	12,5	0	1	0,00
	TOTAL EN min. DESPLAZAMIENTOS FASE REMACHADORA			681		350				2191,40

MULTIPLICAR POR 8 SERVOS

DESPLAZAMIENTO PUENTE GRUA (m.)	3116	DESPLAZ. CARRO PUENTE GRUA (m.)	1486,5
---------------------------------	------	---------------------------------	--------

TIEMPO TOTAL DE DESPLAZAMIENTOS DE GRÚA (min)	3779,88
---	---------

TIEMPO TOTAL DE DESPLAZAMIENTOS DE GRÚA (horas)	63,00
TOTAL DE DESPLAZAMIENTOS DE GRÚA (metros)	4602,50

FIGURA 5.a.

AIRBUS HTP A380

**TIP DE LA SISTEMÁTICA SEGUIDA POR EL GRUPO DE DIAGNÓSTICO DEL
PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL HTP A380**



HITOS A CONSEGUIR GRUPO DE DIAGNÓSTICO HTP A380



Nº	TAREAS	RESPONSABLE DE LA TAREA	SEMANA 45					SEMANA 46					SEMANA 47					SEMANA 48					OBSERVACIONES				
			5-nov	6-nov	7-nov	8-nov	9-nov	12-nov	13-nov	14-nov	15-nov	16-nov	19-nov	20-nov	21-nov	22-nov	23-nov	24-nov	25-nov	26-nov	27-nov	28-nov					
1	Tener claro el objetivo del grupo de Diagnóstico																										
2	Análisis del Área																										
2.1	Creación del VSM actual																										
2.1.1	Recopilar datos actuales sobre personas y tiempos de producción de cada una de las fases.																										
2.1.2	Recopilar datos sobre los proveedores de la línea: entregas, periodos de entregas, tipo de información que se utiliza, etc.																										
2.1.3	Recopilar datos sobre la voz del cliente: entregas.																										
2.1.4	Recopilar información sobre el inventario actual en ese momento.																										
2.1.5	Recopilar información sobre la obra en curso.																										
2.1.6	Preparación del VSM actual																										
2.1.7	Creación del VSM actual y publicarlo																										
2.2	Analizar VSM actual y sacar conclusiones																										
2.2.1	De los proveedores																										
2.2.2	De nuestros clientes																										
2.2.3	Del flujo de información																										
2.2.4	Del proceso productivo																										
2.3	Detección de principales cambios necesarios.																										
2.3.1	De los proveedores																										
2.3.2	Del proceso productivo																										
2.3.3	De nuestros clientes																										
2.3.4	Del flujo de información																										
3	Realizar análisis de Pareto del área																										
3.1	Listar todas las acciones necesarias.																										
3.2	Cuantificar /ponderar cada una de las acciones																										
3.3	Priorización de acciones																										
3.4	Dibujar el diagrama de Pareto																										
3.5	Decidir acciones a llevar a cabo.																										
3.6	Incluir en los Road Map acciones derivadas del análisis de Pareto																										
4	Creación del VSM futuro																										
4.1	Establecer requerimientos futuros de cliente para creación VSM Futuro (rate)																										
4.2	Analizar las desviaciones entre el VSM actual y la situación ideal futura para establecer las acciones necesarias																										
5	Valoración económica de las conclusiones extraídas del VSM futuro																										
6	Análisis Roadmaps previos facilitados por ALPS																										
7	Incluir en los Road Map acciones derivadas del VSM futuro																										
8	Validación de los Road Map de la fase 1																										
9	Valoración Económica del proyecto																										
9.1	Recopilar datos necesarios																										
9.2	Realización de la valoración																										
9.3	Presentación y aprobación																										

FIGURA 5.b.

AIRBUS HTP A380

**TABLA REPRESENTATIVA DE LAS MEJORAS ENCONTRADAS, A TRAVÉS DE
LEAN MANUFACTURING, EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL HTP A380**

DICIEMBRE 2008

FIGURA 5.f.

AIRBUS HTP A380

**TABLA RESUMEN DE LA EVOLUCIÓN DE LAS MEJORAS ENCONTRADAS, A
TRAVÉS DE LEAN MANUFACTURING, EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL
HTP A380**

DICIEMBRE 2008

